



TUGAS AKHIR - MS184801

**ANALISIS JARINGAN TRANSPORTASI ANTARMODA
TERINTEGRASI: STUDI KASUS DANAU TOBA**

Aulia Dina Savitri
NRP. 0441154 000 0031

Dosen Pembimbing
Ir. Tri Achmadi, Ph.D
Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TUGAS AKHIR - MS 184801

**ANALISIS JARINGAN TRANSPORTASI ANTARMODA
TERINTEGRASI: STUDI KASUS DANAU TOBA**

Aulia Dina Savitri
NRP. 0441154 000 0031

Dosen Pembimbing
Ir. Tri Achmadi, Ph.D
Eka Wahyu Ardhi, S.T.,M.T

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



FINAL PROJECT - MS 184801

**ANALYSIS OF INTEGRATED INTERMODAL
TRANSPORTATION NETWORK: CASE STUDY OF
TOBA LAKE**

Aulia Dina Savitri
NRP. 0441154 000 0031

Supervisors
Ir. Tri Achmadi, Ph.D
Eka Wahyu Ardhi, S.T.,M.T.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS JARINGAN TRANSPORTASI ANTARMODA TERINTEGRASI: STUDI KASUS DANAU TOBA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

AULIA DINA SAVITRI
NRP. 0441154 000 0031

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Tri Achmadi, Ph.D

Eka Wahyu Ardhi S.T., M.T.

NIP. 196501101988031001

NIP. 197905252014041001

SURABAYA, JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

ANALISIS JARINGAN TRANSPORTASI ANTARMODA TERINTEGRASI: STUDI KASUS DANAU TOBA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 22 Januari 2020

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

AULIA DINA SAVITRI

NRP. 0441154000031

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Christino Boyke S.P.,S.T.,M.T.

2. Hasan Iqbal Nur, S.T.,M.T.

3. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

2. Eka Wahyu Ardhi, S.T.,M.T



SURABAYA, JANUARI 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Jaringan Transportasi Antarmoda Terintegrasi: Studi Kasus Danau Toba**”. Untuk itu, penulis secara khusus ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Dr.-Ing. Ir. Setyo Nugroho selaku Ketua Departemen Teknik Transportasi Laut FTK-ITS
2. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D. dan Bapak Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan selama masa perkuliahan dan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Achmad Mustakim selaku dosen wali yang menyemangati penulis dan partner diskusi selama masa perkuliahan. Serta untuk dosen-dosen Lab Pelabuhan dan Lab Transport yang menemani penulis berdiskusi.
4. Kedua orang tua penulis, kakak, dan adik yang selalu memberikan dukungan, do'a dan kebutuhan baik moril dan materil bagi penulis
5. Seseorang yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Lab. Telematika dan Lab. Pelabuhan yang sudah setia berjuang bersama selama menyelesaikan Tugas Akhir ini. Teman-teman Brigantine Teknik Transportasi Laut 2015, yang selalu memberikan dukungan baik saat masa perkuliahan maupun pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Nizar, Idham dan Salsabil yang berjuang dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Shinta, Candra, Savira, Dwiki yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Mas Bona, Todo, kak Deby yang selalu membantu penulis dalam kelancaran mencari survey yang di butuhkan. Mas Wahyu dan keluarga Pak Alberto yang telah memberi tumpangan tempat tinggal selama penulis melakukan survei di Medan
10. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir dan kelancaran pengambilan data.

Untuk melengkapi kekurangan pada Tugas Akhir ini, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang lebih bagi semua pihak.

Surabaya, 29 Januari 2020

Aulia Dina Savitri

ANALISIS JARINGAN TRANSPORTASI ANTARMODA TERINTEGRASI: STUDI KASUS DANAU TOBA

Nama Mahasiswa : Aulia Dina Savitri
NRP : 04411540000031
Departemen / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D
2. Eka Wahyu Ardhi, S.T.,M.T

ABSTRAK

Danau Toba merupakan destinasi pariwisata di Indonesia yang memiliki potensi wisata yang menarik untuk dikembangkan. Danau Toba ini menjadi salah satu Kawasan Strategis Pariwisata Nasional, Penetapan Kawasan Danau Toba sebagai Kawasan Strategis Pembangunan Nasional, sebagaimana hal ini tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2011 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010-2025. Pada tahun 2017 mengalami peningkatan yang cukup drastis yaitu sekitar 45% dari jumlah wisatawan pada 2016. Dengan meningkatnya pariwisata di Danau Toba, perlu adanya sebuah perencanaan jaringan transportasi secara terintegrasi. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan perencanaan kombinasi moda transportasi yang menghasilkan biaya lebih murah terdapat pada rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuk-tuk - Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Kualanamu. Dengan total biaya yang dikeluarkan yaitu Rp.412.000, jarak tempuh yaitu 441 km dan waktu tempuh 7 Jam 11 Menit. Dan kombinasi moda transportasi darat dan transportasi laut yang digunakan yaitu kapal Ro-ro yang didesain. Sedangkan untuk waktu yang efektif terdapat pada rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuk-tuk - Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Silangit - Bandara Kualanamu. Dengan waktu yang dihasilkan yaitu 5 jam 48 menit, jarak tempuh 558 km dan biaya yang dihasilkan Rp 771.000. Dengan yang mengkombinasikan moda transportasi darat, transportasi laut untuk kapal baru yang didesain dan transportasi udara. Kapal yang didesain penulis yaitu kapal Ro-ro dengan rute Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok menggunakan model optimasi yang menghasilkan Panjang (L) 34,76 meter, Lebar (B) 10,00 meter, Tinggi (H) 3,90 meter, serta sarat kapal (T) 2,90 meter dengan biaya total Rp. 8.793.635.696/tahun dan unit biaya Rp. 3.406/SUP, untuk tarif penumpang sebesar Rp 3.325, kendaraan mobil sebesar Rp. 109.299/unit, dan untuk kendaraan roda 4 (pickup) Rp. 113.284/unit dan untuk kendaraan truck sebesar Rp. 205.995/unit.

Kata Kunci — Kapal Ro-ro, Rute, Optimasi.

ANALYSIS OF INTEGRATED INTERMODAL TRANSPORTATION NETWORK: CASE STUDY OF TOBA LAKE

Author : Aulia Dina Savitri
ID No. : 04411540000031
Dept. / Faculty : Marine Transportation Engineering / Marine Technology
Supervisors : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D
2. Eka Wahyu Ardhi, S.T.,M.T

ABSTRACT

Toba Lake is a tourism destination in Indonesia that has an attractive tourism potential to be developed. Toba Lake has become one of the National Tourism Strategic Areas, Establishing Toba Lake Area as a National Development Strategic Area, as stated in Government Regulation Number 50 of 2011 concerning the National Tourism Development Master Plan for 2010-2025. In 2017 it experienced a drastic increase of around 45% of the number of tourists in 2016. With the increase in tourism on Toba Lake, it is necessary to have an integrated transportation network planning. Based on the analysis that has been carried out planning a combination of transportation modes that produce lower costs is on the route Kualanamu Airport - Ajibata Port - Tomok Port - Sigale-gale Dance - Tuk-tuk - Hoda Stone - Aek Rangat Pangururan - Tele Pandang Tower - Kualanamu Airport. With a total cost incurred at Rp.412,000, a distance of 441 km and a travel time of 7 Hours 11 Minutes. And the combination of land and sea transportation modes used is the designed Ro-ro ship. Whereas the effective time is on the route of Kualanamu Airport - Ajibata Harbor - Tomok Harbor - Sigale-gale dance - Tuk-tuk - Batu Hoda - Aek Rangat Pangururan - Tele View Tower - Silangit Airport - Kualanamu Airport. The resulting time is 5 hours 48 minutes, the distance is 558 km and the cost generated is Rp 771,000. By combination modes of land transportation, sea transportation for newly designed ships and air transportation. The ship designed by the author is Ro-ro ship with the port of Ajibata Port - Tomok Port using an optimization model that produces Length (L) 34.76 meters, Width (B) 10.00 meters, Height (H) 3.90 meters, and is laden boat (T) 2.90 meters with a total cost of Rp. 8,793,635,696/year and unit cost Rp. 3,406 / SUP, for a passenger fare of Rp 3,325, a vehicle for Rp. 109,299 / unit, and for four-wheeled vehicles (pickup) Rp. 113,284 / unit and for truck vehicles Rp. 205,995 / unit..

Keywords - Ro-ro Ship, Route, Optimization.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR REVISI.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pola <i>Port to Port</i>	5
2.2 Moda Transportasi	5
2.3 Transportasi Terintegrasi	6
2.4 Indikator Penunjang Integrasi Moda Transportasi	7
2.5 Optimasi	8
2.6 Perencanaan Kapal	9
2.6.1 Perhitungan Tahanan Kapal dan Pemilihan Mesin.....	9
2.6.2 Perhitungan Jumlah Crew (ABK).....	10
2.6.3 Perhitungan Komponen DWT dan Titik Berat	11
2.6.4 Perhitungan Komponen LWT dan Titik Berat	13
2.6.5 Perhitungan Berat dan Titik Berat Total.....	14
2.6.6 Perhitungan Hukum Archimedes.....	15
2.6.7 Perhitungan Freeboard.....	15
2.6.8 Perhitungan Kapasitas Ruang Muat.....	16

2.6.9	Perhitungan Stabilitas	17
2.6.10	Perhitungan Tonase Kapal	18
2.7	Biaya Transportasi.....	19
2.7.1	Biaya Modal (<i>Capital Cost</i>).....	20
2.7.2	Biaya Operasional	20
2.7.3	Biaya Pelayaran	22
2.7.4	Biaya Bongkar Muat	23
2.8	Permutasi dan Kombinasi.....	23
2.9	Konsep Transportasi Integrasi Kota Berlin, Jerman	23
2.9.1	Sarana dan Moda Transportasi di Berlin	24
2.10	Penelitian Terdahulu.....	27
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1	Diagram Alir	29
3.2	Tahap Pengerjaan	30
BAB 4	GAMBARAN UMUM.....	33
4.1	Pulau Samosir.....	33
4.1.1	Jumlah Wisatawan	33
4.1.2	Jumlah Penduduk Pulau Samosir.....	34
4.1.3	Struktur Ekonomi Daerah	35
4.1.4	Fasilitas Penunjang Wisata	36
4.2	Pariwisata di Danau Toba	36
4.3	Akses Menuju Danau Toba	41
4.3.1	Akses Udara	41
4.3.2	Akses Laut	42
4.3.3	Akses Darat.....	45
4.4	Transportasi Menuju Danau Toba.....	46
4.4.1	Transportasi Udara.....	46
4.4.2	Transportasi Darat.....	46
4.4.3	Transportasi Laut	50
BAB 5	PEMBAHASAN.....	55
5.1	Pendahuluan	55
5.2	Analisis Hasil Survei.....	55
5.2.1	Mengetahui Kebutuhan.....	56
5.3	Analisis Kondisi Saat Ini.....	61

5.3.1	Konsep Transportasi Terintegrasi Saat Ini.....	62
5.3.2	Usulan Rencana Transportasi Terintegrasi	63
5.4	Analisis Permintaan (Demand side).....	64
5.4.1	Proyeksi Jumlah Wisatawan	67
5.4.2	Proyeksi Jumlah Pengguna Pelabuhan	67
5.5	Analisis Destinasi Wisata.....	72
5.5.1	Bobot Destinasi wisata.....	72
5.6	Analisis Biaya dan Tarif Moda Transportasi	75
5.6.1	Transportasi Darat (Minibus ELF)	75
5.6.2	Transportasi Laut	82
5.6.3	Transportasi Udara.....	82
5.7	Perencanaan Skenario Rute Wisata Dan Kombinasi Moda Transportasi	83
5.7.1	Skenario 1	84
5.7.2	Skenario 2	91
5.7.3	Perbandingan Tiap Skenario	94
5.8	Perencanaan Kapal Baru	95
5.8.1	Permintaan	96
5.8.2	Asumsi Operasional Kapal	96
5.8.3	Jumlah Muatan.....	97
5.8.4	Model Optimasi	98
5.8.5	Hasil Optimasi	99
5.8.6	Komponen Perhitungan Desain Kapal.....	103
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	111
6.1	Kesimpulan	111
6.2	Saran.....	112
	DAFTAR PUSTAKA	113
	BIODATA PENULIS	160
	LAMPIRAN.....	114

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Wisatawan Mancanegara dan Domestik Danau Toba.....	2
Tabel 4.1 Jumlah Wisatawan Danau Toba	34
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Pulau Samosir.....	34
Tabel 4.3 Jadwal KM. Tao Toba I dan II.....	51
Tabel 4.4 Tarif KMP. Tao Toba I dan II.....	51
Tabel 4.5 Jadwal KMP. Sumut I.....	52
Tabel 4.6 Tarif KMP. Sumut I.....	53
Tabel 4.7 Jadwal KMP. Ihan Batak	54
Tabel 4.8 Tarif KMP. Ihan Batak	54
Tabel 5.1 Skala Prioritas Destinasi wisata.....	61
Tabel 5.2 Perhitungan Kondisi Eksisting.....	62
Tabel 5.3 Riwayat Jumlah Pengunjung Pelabuhan Ajibata	68
Tabel 5.4 Proyeksi Jumlah Pengunjung Pelabuhan Ajibata	70
Tabel 5.5 Riwayat Jumlah Pengunjung Pelabuhan Tomok	71
Tabel 5.6 Proyeksi Jumlah Pengunjung Pelabuhan Tomok.....	71
Tabel 5.7 Jarak Titik Awal Menuju Tiap Wisata.....	73
Tabel 5.8 Jarak Antar Pelabuhan	74
Tabel 5.9 Matrik Jarak Tiap Destinasi wisata.....	74
Tabel 5.10 Spesifikasi Kendaraan Minibus ELF	75
Tabel 5.11 Perhitungan Operasional Transportasi Darat.....	76
Tabel 5.12 Asumsi Perhitungan Transportasi Darat	76
Tabel 5.13 Rekap Biaya Transportasi Darat	76
Tabel 5.14 Penentuan Tarif Layanan Transportasi Darat	77
Tabel 5.15 Matrik Tarif Transportasi Darat.....	79
Tabel 5.16 Biaya Modal Sewa Kendaraan.....	80
Tabel 5.17 Biaya Operasional Dan Tarif Sewa	80
Tabel 5.18 Matrik Tarif Transportasi Laut	82
Tabel 5.19 Tarif Transportasi Udara.....	83
Tabel 5.20 Hasil Pembobotan Skenario 1 Alternatif 1	85
Tabel 5.21 Skenario 1 Alternatif 1.....	85
Tabel 5.22 Hasil Pembobotan Skenario 1 Alternatif 2	86
Tabel 5.23 Skenario 1 Alternatif 2.....	87

Tabel 5.24 Hasil Pembobotan Skenario 1 Alternatif 3	88
Tabel 5.25 Skenario 1 Alternatif 3.....	88
Tabel 5.26 Hasil Pembobotan Skenario 1 Alternatif 4	90
Tabel 5.27 Skenario 1 Alternatif 4.....	90
Tabel 5.28 Hasil Pembobotan Skenario 2 Alternatif 1	91
Tabel 5.29 Skenario 2 Alternatif 1.....	92
Tabel 5.30 Hasil Pembobotan Skenario 2 Alternatif 2	92
Tabel 5.31 Skenario 2 Alternatif 2.....	93
Tabel 5.32 Demand Kapal Baru	96
Tabel 5.33 Jumlah Muatan Kapal Baru	97
Tabel 5.34 Hasil Optimasi	99
Tabel 5.35 Ukuran Utama Kapal Baru	99
Tabel 5.36 Biaya Modal Kapal Baru	100
Tabel 5.37 Biaya Operasional Kapal Baru	101
Tabel 5.38 Biaya Pelayaran Kapal Baru	102
Tabel 5.39 Biaya Total dan Unit Cost Kapal Baru	103
Tabel 5.40 Satuan Unit Produksi	103
Tabel 5.41 Hasil Perhitungan Koefisien Kapal Baru.....	104
Tabel 5.42 Hasil Perhitungan Hambatan Kapal Baru.....	104
Tabel 5.43 Hasil Pemilihan Mesin Kapal Baru	105
Tabel 5.44 Hasil Perhitungan LWT Kapal Baru.....	106
Tabel 5.45 Perhitungan DWT Kapal Baru.....	106
Tabel 5.46 Hasil Perhitungan Tonase Kapal Baru.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Danau Toba	1
Gambar 1.2 Peta Persebaran KEK dan KSPN di Indonesia	2
Gambar 2.1 Peta Jaringan Transportasi S dan U Bahn di Kota Berlin	25
Gambar 2.2 Peta Jaringan dan Moda Kapal Fery Yang Beroperasi di Kota Berlin	26
Gambar 2.3 Peta Lokasi Bandara kota Berlin.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir	29
Gambar 4.1 Pulau Samosir	33
Gambar 4.2 Grafik PDRB Kabupaten Samosir Tahun 2018	35
Gambar 4.3 Tarian Sigale-gale	37
Gambar 4.4 Bukit Holbung.....	38
Gambar 4.5 Tuk-tuk Siadong.....	38
Gambar 4.6 Air Terjun Efrata.....	39
Gambar 4.7 Menara Padang Tele.....	40
Gambar 4.8 Bagian Bandara Kualanamu.....	41
Gambar 4.9 Lokasi Geografis dan Pintu Masuk Kawasan Wisata Danau Toba	42
Gambar 4.10 Pelabuhan Ferry Ajibata.....	43
Gambar 4.11 Pelabuhan Tomok	43
Gambar 4.12 Pelabuhan Ambarita.....	44
Gambar 4.13 Pelabuhan Tigaras	44
Gambar 4.14 Pelabuhan Simanindo.....	45
Gambar 4.15 Contoh Akses Darat Menuju Danau Toba	45
Gambar 4.16 Infrastruktur Jalan Menuju Danau Toba	46
Gambar 4.17 Angkutan Umum Travel	48
Gambar 4.18 KMP. Tao Toba II.....	51
Gambar 4.19 KMP. Sumut I.....	52
Gambar 4.20 KMP. Ihan Batak.....	54
Gambar 5.1 Kategori Responden Kuisisioner	57
Gambar 5.2 Kepentingan Menggunakan Kapal.....	57
Gambar 5.3 Frekuensi Menggunakan Kapal	58
Gambar 5.4 Kondisi Kapal Saat Ini	58
Gambar 5.5 Frekuensi Kunjungan Destinasi wisata	59
Gambar 5.6 Jam Kunjungan Destinasi wisata	59

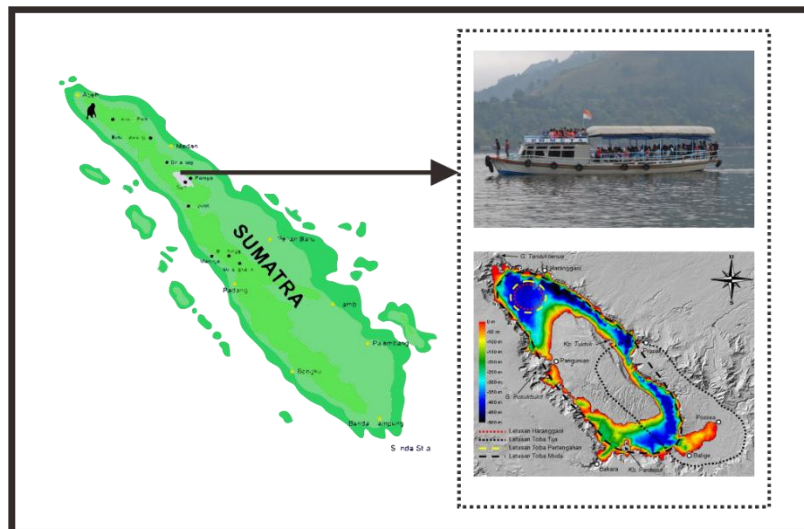
Gambar 5.7 Transportasi Yang Digunakan Dari Tempat Asal.....	60
Gambar 5.8 Pertumbuhan Proyeksi PDRB Kabupaten Samosir	65
Gambar 5.9 Grafik Regresi Antara PDRB Dengan Jumlah Wisatawan 2013-2018	66
Gambar 5.10 Proyeksi PDRB Atas Dasar Harga Konstan Kabupaten Samosir.....	66
Gambar 5.11 Proyeksi Jumlah Wisatawan	67
Gambar 5.12 Grafik Regresi Jumlah Penduduk Dengan Pengunjung Pelabuhan Ajibata	69
Gambar 5.13 Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk.....	69
Gambar 5.14 Hasil Pembobotan Destinasi Wisata	73
Gambar 5.15 Perbandingan Moda Transportasi Darat	81
Gambar 5.16 Peta Wisata di Pulau Samosir	83
Gambar 5.17 Rute Terpilih Skenario 1 Alternatif 1	84
Gambar 5.18 Rute Terpilih Skenario 1 Alternatif 2	86
Gambar 5.19 Rute Terpilih Skenario 1 Alternatif 3	88
Gambar 5.20 Rute Terpilih Skenario 1 Alternatif 4	89
Gambar 5.21 Rute Terpilih Skenario 2 Alternatif 1	91
Gambar 5.22 Rute Terpilih Skenario 2 Alternatif 2	93
Gambar 5.23 Perbandingan Tiap Skenario dan Tiap Alternatif	94

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

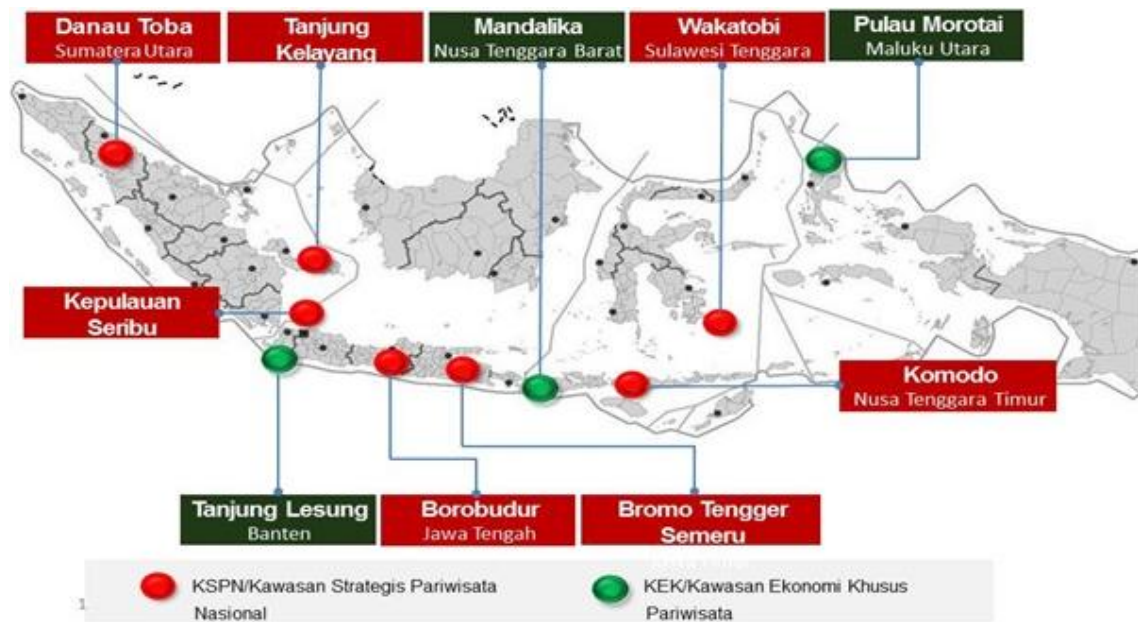
Pariwisata sebagai salah satu sektor dalam pembangunan wilayah. Salah satu sumber daya alam yang dapat memberikan dorongan bagi tumbuh dan berkembangnya kepariwisataan adalah sumber daya yang berbentuk danau. Potensi danau sebagai daya tarik wisata memiliki karakter tersendiri. Danau merupakan suatu tempat di mana perpaduan antar tersedianya air dengan keindahan alam menjadi satu bentuk yang indah dan menarik dan memiliki nuansa alami di mana air berperan penting dalam memberikan kehidupan di sekitarnya. Dan danau adalah satu potensi yang dapat dikembangkan sebagai objek dan daya tarik wisata.



Sumber: google.com, diolah kembali 2020

Gambar 1.1 Peta Lokasi Danau Toba

Berdasarkan kebijakan pengembangan destinasi pariwisata Indonesia tahun 2016 – 2019, Deputi Bidang Pengembangan Destinasi dan Investasi Pariwisata menetapkan sepuluh destinasi wisata prioritas di Indonesia salah satunya yaitu Danau Toba. Danau Toba adalah salah satu Kawasan Strategis Pariwisata Nasional, Penetapan Kawasan Danau Toba sebagai Kawasan Strategis Pembangunan Nasional, sebagaimana hal ini tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2011 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010-2025.



Sumber: Kemenpar.go.id, 2020

Gambar 1.2 Peta Persebaran KEK dan KSPN di Indonesia

Danau Toba merupakan danau alam yang terbentuk dari sebuah danau tekto-vulkanik dengan ukuran panjang 100 kilometer dan lebar 30 kilometer terletak di Provinsi Sumatera Utara. Danau ini merupakan danau terbesar di Indonesia dan Asia Tenggara, dan di tengah danau terdapat sebuah pulau vulkanik bernama Pulau Samosir. Pembangunan kawasan Danau Toba ini dilakukan sebagai upaya Pemerintah untuk meningkatkan devisa negara melalui meningkatnya jumlah wisatawan baik lokal maupun internasional dikarenakan dapat berkunjung ke kawasan-kawasan Danau Toba, Parapat, Tomok, Tuk-Tuk, Ambarita, Simanindo, dan Pangururan. Pemerintah berharap di tahun 2019 pengunjung lebih dari 1 juta wisatawan sehingga dapat menjadikan Danau Toba sebagai destinasi utama Indonesia. Menurut data yang didapatkan oleh penulis dari Badan Pusat Statistika pengunjung dari Danau Toba tahun 2013 – 2017 mengalami peningkatan, berikut tabel jumlah wisatawan dari Danau Toba.

Tabel 1.1 Jumlah Wisatawan Mancanegara dan Domestik Danau Toba

Wisatawan	Tahun				
	2013	2014	2015	2016	2017
M mancanegara	25.662	30.406	34.248	35.823	55.771
Nusantara	124.117	140.637	141.215	154.905	222.288
Total	149.779	171.043	175.463	190.728	278.059

Sumber: Kabupaten Samosir Dalam Angka, 2018

Dapat dilihat pada Tabel 1.1, pada tahun 2017 mengalami peningkatan yang cukup drastis yaitu sekitar 45% dari jumlah wisatawan pada 2016. Dengan meningkatnya pariwisata di Danau Toba, perlu adanya sebuah perencanaan jaringan transportasi secara

terintegrasi dengan melihat hasil akhir yaitu biaya perjalanan termurah dengan memadukan semua moda transportasi yang memungkinkan untuk dapat digunakan apabila melakukan perjalanan wisata menuju Danau Toba. Dengan begitu hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah analisis jaringan seperti rute tercepat dan memiliki biaya paling murah serta memberikan rekomendasi desain kapal untuk menunjang penyeberangan yang ada disana dengan meninjau keselamatan dan keamanan pengguna.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi transportasi yang digunakan menuju Danau Toba saat ini?
2. Transportasi antarmoda apa yang digunakan menuju Danau Toba dengan biaya yang termurah dan waktu yang efektif?
3. Bagaimana desain kapal untuk penyeberangan yang ada di Danau Toba?

1.3 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah pada subbab sebelumnya, maka tujuan dalam penelitian dalam tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi transportasi yang digunakan untuk menuju Danau Toba saat ini.
2. Merencanakan jaringan transportasi terintegrasi antarmoda untuk angkutan menuju Danau Toba dengan biaya termurah dan waktu yang efektif.
3. Mengetahui desain kapal yang sesuai untuk penyeberangan di Danau Toba dilihat dari aspek keselamatan, kenyamanan penumpang.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk mengkaji perbandingan antar moda yang digunakan para wisatawan untuk menuju Danau Toba dan memberikan rekomendasi untuk desain kapal penyeberangan.

1.5 Hipotesis

Dugaan awal dari Tugas Akhir ini adalah mendapatkan model perhitungan untuk membandingkan biaya pengiriman masing-masing rute sehingga dapat ditemukan biaya paling minimum dari pintu masuk Sumatera Utara menuju wisata Danau Toba. Serta memberikan rekomendasi desain konseptual kapal yang dilihat dari aspek keselamatan dan kenyamanan penumpang.

1.6 Batasan Masalah

Agar dalam melakukan penelitian dalam tugas akhir ini lebih fokus, dilakukan pembatasan :

1. Bandara yang digunakan sebagai pintu masuk yaitu Bandara Kualanamu dan Bandara Silangit.
2. Pelabuhan yang digunakan yaitu Pelabuhan Ajibata, Pelabuhan Tomok, Pelabuhan Ambarita, Tigaras dan Pelabuhan Simanindo.
3. Rute kapal yang digunakan yaitu Pelabuhan Ajibata-Pelabuhan Tomok, Pelabuhan Ajibata-Pelabuhan Ambarita, dan Pelabuhan Tigaras-Simanindo.
4. Transportasi darat yang digunakan yaitu Mobil kapasitas 4 penumpang, minibus elf berkapasitas 15 penumpang.
5. Desain kapal menyesuaikan karakteristik lokasi penelitian.
6. Lokasi penelitian yang digunakan yaitu Wisata yang ada di Kabupaten Samosir.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pola *Port to Port*

Rute adalah sekumpulan mode dan atau busur yang harus dilayani oleh suatu armada kendaraan. Tidak ada batasan kapan dan bagaimana urutan pelayanan entiti-entiti yang bersangkutan. Permasalahannya adalah untuk membentuk suatu biaya yang rendah, sekumpulan rute yang memungkinkan untuk masing-masing kendaraan. Sebuah rute adalah urutan dari lokasi mana kendaraan harus mengunjunginya. Terdapat pola yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu pola *port to port*.

Pola *port to port* adalah pelayanan langsung yang menghubungkan 2 (dua) pelabuhan. Kapal dari pelabuhan asal i dengan membawa sejumlah penumpang menuju ke pelabuhan j . Setibanya di pelabuhan tujuan j , kapal menurunkan penumpang dan membawa penumpang kembali ke pelabuhan asal i .

2.2 Moda Transportasi

Moda transportasi diartikan sebagai pemindahan barang dan atau manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Adanya kegiatan tersebut, maka akan terjadi dua hal, yaitu adanya barang atau manusia yang diangkut dan tersedianya alat angkut. Salah satu peran transportasi adalah prasarana bagi pergerakan manusia dan atau barang yang timbul akibat adanya kegiatan di daerah tersebut. Peran transportasi sering digunakan oleh perencana pengembang wilayah untuk dapat mengembangkan wilayah sesuai dengan rencana. Moda transportasi merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan alat angkut yang digunakan untuk berpindah tempat dari satu tempat ke tempat yang lain. Moda yang biasanya digunakan dalam transportasi dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu darat, air, dan udara.

1) Transportasi Darat

Transportasi darat adalah segala bentuk transportasi menggunakan jalan untuk mengangkut penumpang atau barang. Moda transportasi darat memiliki beberapa jenis sarana transportasi, seperti:

- Angkutan jalan
Seperti: Sepeda motor, mobil, bus, truk
- Kereta api

2) Transportasi Udara

Moda transportasi udara yang mempunyai karakteristik kecepatan yang tinggi dan dapat melakukan penetrasi ke seluruh wilayah yang tidak terjangkau oleh moda transportasi lain.

- Pesawat

3) Transportasi Air

Transportasi Air merupakan suatu proses perjalanan ke suatu tempat dengan menggunakan moda transportasi yang khusus dibuat diatas air. Karena sifat fisik air yang menyangkut daya apung dan gesekan yang terbatas, maka pelayaran merupakan moda angkutan yang paling efektif untuk angkutan barang jarang jauh dan barang berjumlah besar.

- Kapal ferry
- Kapal cargo
- Kapal penumpang
- Kapal tanker
- Kapal tongkang
- Perahu
- Sampan

2.3 Transportasi Terintegrasi

Integrasi secara umum memiliki arti pembauran atau keterpaduan hingga menjadi kesatuan yang utuh atau bulat. Sedangkan moda adalah bentuk atau jenis. Indonesia merupakan negara kepulauan sehingga tidak bisa dihindari perlunya pertukaran moda transportasi dalam suatu perjalanan, baik untuk penumpang maupun barang dari tempat asal menuju tempat tujuan. Biaya transportasi dari tempat asal ke tempat tujuan ini merupakan kombinasi dari biaya transportasi setiap moda ditambah dengan biaya transit dari suatu moda ke moda lainnya (Tamin 2008).

Padahal, integrasi jaringan merupakan kunci kesuksesan sistem pelayanan transportasi publik di suatu wilayah atau kota (Neumann dan Nagel, 2011). Hal ini dikarenakan dengan sistem jaringan transportasi publik yang terintegrasi dapat ditentukan rute jaringan terbaik yang tidak hanya didasarkan pada permintaan kebutuhan perjalanan masyarakat tetapi juga mekanisme jangkauan pelayanan yang optimal (Murray, 2001; Fernandez et al, 2008; Hadas dan Ceder, 2010; Cortes et al, 2011). Bahkan, integrasi jaringan dapat berdampak pada timbulnya integrasi yang lain, seperti integrasi fisik, jadwal, dan tarif (Currie dan Bromley, 2005; Potter, 2010; Hadas dan

Ranjitkar, 2012). Jadi Integrasi moda transportasi bisa diartikan keterpaduan secara utuh dari jenis atau bentuk (angkutan) yang digunakan untuk memindahkan orang dan/ barang dari satu tempat (asal) ketempat lain (tujuan).

Menurut Tamin (2008) waktu tempuh adalah salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dalam transportasi. Waktu tempuh juga merupakan daya tarik utama dalam pemilihan moda yang digunakan oleh suatu perjalanan (manusia ataupun barang). Jelas bertambahnya waktu tempuh pada suatu moda akan menurunkan jumlah penggunaan moda tersebut dan dengan sendirinya pula akan menurunkan tingkat pendapatan ataupun pelayanannya. Perjalanan yang memerlukan beberapa moda transportasi, faktor lainnya yang lebih menentukan (selain waktu tempuh) adalah biaya transit (biaya perpindahan barang atau penumpang). Untuk menekan biaya transportasi, baik untuk pergerakan penumpang maupun barang dalam system transportasi antarmoda yang terpadu, hal yang perlu diperhatikan adalah usaha penghematan biaya transit dari suatu moda ke moda lainnya. Untuk itu perlu dibangun fasilitas sarana dan prasarana di tempat perpindahan barang atau penumpang ataupun pengalihan rute salah satu moda agar dapat berlangsung dengan cepat, aman, murah, dan nyaman sehingga biaya transit dapat ditekan sekecil mungkin.

2.4 Indikator Penunjang Integrasi Moda Transportasi

1. Waktu Tempuh Perjalanan: Menurut Tamin (2008) waktu tempuh adalah salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dalam transportasi. Waktu tempuh juga merupakan daya tarik utama dalam pemilihan moda yang digunakan oleh suatu perjalanan (manusia ataupun barang). Jelas bertambahnya waktu tempuh pada suatu moda akan menurunkan jumlah penggunaan moda tersebut dan dengan sendirinya pula akan menurunkan tingkat pendapatan ataupun pelayanannya.
2. Biaya Perjalanan: Menurut Tamin (2008) untuk perjalanan yang memerlukan beberapa moda transportasi, factor lainnya yang lebih menentukan (selain waktu tempuh) adalah biaya transit (biaya perpindahan barang atau penumpang). Dapat dilihat pada gambar bahwa untuk menekan biaya transportasi, baik untuk pergerakan penumpang maupun barang dalam system transportasi antarmoda yang terpadu, hal yang perlu diperhatikan adalah usaha penghematan biaya transit dari suatu moda ke moda lainnya. Untuk itu perlu dibangun fasilitas sarana dan prasarana di tempat perpindahan barang atau penumpang ataupun pengalihan

rute salah satu moda agar dapat berlangsung dengan cepat, aman, murah, dan nyaman sehingga biaya transit dapat ditekan sekecil mungkin.

2.5 Optimasi

Optimasi digunakan untuk memaksimalkan atau mengoptimalkan sesuatu hal yang bertujuan mengelola sesuatu yang dikerjakan. Saat ini, permasalahan optimasi memerlukan dukungan software dalam penyelesaiannya sehingga menghasilkan solusi yang optimal dengan waktu perhitungan yang lebih cepat. Untuk menyelesaikan suatu permasalahan biasanya dilakukan dengan mengubah masalah tersebut ke dalam model matematis terlebih dahulu untuk memudahkan penyelesaiannya. Keberhasilan penerapan teknik optimasi, paling tidak memerlukan tiga syarat, yaitu kemampuan membuat model matematika dari permasalahan yang dihadapi, pengetahuan teknik optimasi, dan pengetahuan akan program komputer (Santosa and Willy).

Optimasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah linear programming, goal programming, integer programming, nonlinear programming, dan dynamic programming. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan. Pada penelitian ini menggunakan teknik optimasi linear programming. Berdasarkan langkah-langkah optimasi setelah masalah diidentifikasi dan tujuan ditetapkan, langkah selanjutnya adalah memformulasikan model matematik yang meliputi tiga tahap, yaitu:

1. Menentukan variabel yang tidak diketahui (variabel keputusan) dan nyatakan dalam simbol matematik
2. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai hubungan linier (bukan perkalian) dari variabel keputusan).
3. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan atau pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumberdaya masalah tersebut.
4. Fungsi tujuan dan kendala merupakan suatu fungsi garis lurus atau linier¹. Salah satu metode untuk memecahkan masalah optimasi produksi yang mencakup

fungsi tujuan dan kendala adalah metode Evolutionary. Metode ini adalah suatu teknik perencanaan analisis dengan menggunakan model matematika yang bertujuan untuk menemukan beberapa kombinasi alternatif solusi.

2.6 Perencanaan Kapal

Penentuan ukuran kapal dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan buku *Parametric Ship Design* dengan tahapan sebagai berikut:

2.6.1 Perhitungan Tahanan Kapal dan Pemilihan Mesin

Dalam mendapatkan hasil ukuran kapal optimum, langkah awal yang dibutuhkan adalah menghitung tahanan kapal sesuai dengan formula pada buku *Parametric Ship Design*. Tahapan ini digunakan untuk menentukan daya yang akan dibutuhkan dalam menggerakkan kapal. Pemilihan mesin akan terhubung dengan optimasi ukuran utama sebagai fungsi dari hambatan total, dan hambatan total merupakan fungsi dari koefisien blok (CB), koefisien midship (CM), koefisien prismatic (CP), dan LCB. Rumusan hambatan yang digunakan adalah sebagai berikut (Holtrop, J. and Mennen, G.GJ., 1988, *An Approximate Power prediction Method*, hal.166):

$$R = 1/2 \rho V_s^2 Stot [CF (1 + k) + CA] + \frac{R_w}{W} W$$

Keterangan:

- R = Hambatan total (kN)
- ρ = massa jenis air laut (kg/m^3)
- V_s = Kecepatan kapal (m/s^2)
- Stot = Total luasan permukaan basah (WSA) & luas permukaan basah tambahan (m^2)
- Cf = Koefisien tahanan gesek dari kapal (ITTC 1957)
- CA = *Ship correlation allowance*
- R_w = Hambatan gelombang (kN)
- W = Gaya berak (kN)

Setelah semua harga komponen hambatan total sudah didapatkan, maka selanjutnya hambatan total dengan kulit kapal dalam keadaan bersih dapat dihitung dengan rumus yang sudah diberikan sebelumnya di atas. Kemudian pada harga hambatan total tersebut ditambahkan sea margin sebesar 15 % (penambahan hambatan kapal ketika kapal beroperasi ; kekasaran pada lambung kapal). Langkah selanjutnya adalah menghitung propulsi untuk menghasilkan daya motor yang digunakan.

Untuk perhitungan daya motor induk (PB), rumus dalam "Parametric Design Chapter 11" diberikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} PB &= \text{BHP (break house power)} \\ &= \frac{P_D}{\eta_s \cdot \eta_{rg}} [\text{kW}] \end{aligned}$$

dimana :

$$\begin{aligned} PD &= \text{DHP (delivered power at propeller)} \\ &= \frac{R_T \cdot V_S}{\eta_D} [\text{kW}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_s &= \text{shaft efficiency} \\ &= 0.98 - 0.985 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{rg} &= \text{reduction gear efficiency} \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

Setelah mendapat harga PB, kemudian dilakukan koreksi kerugian akibat letak kamar mesin dan rute pelayaran:

$$\text{Koreksi akibat letak kamar mesin} = 5\% P_B$$

$$\text{Koreksi akibat rute} = 10\% P_B$$

$$\text{Sehingga total } P_B = P_B + 5\% P_B + 10\% P_B$$

Dalam model perhitungan, penulis mencantumkan sejumlah jenis mesin utama dan bantu dengan berbagai spesifikasi day yang berbeda-beda. Mesin akan terpilih secara otomatis berdasarkan besaran daya yang didapat dari perhitungan.

2.6.2 Perhitungan Jumlah Crew (ABK)

Dalam mendesain suatu kapal yang optimum (cost ringan, produktivitas tinggi), maka crew / ABK merupakan salah satu komponen yang penting untuk dilibatkan dalam perhitungan. Dengan demikian diharapkan nantinya akan didapatkan jumlah ABK yang dibutuhkan namun dengan tetap memperhatikan efisiensi kerja. Sehingga biaya operasional kapal dapat ditekan serendah mungkin dengan efektifitas kerja yang tinggi.

Untuk rumus pendekatan dalam menghitung jumlah ABK (ZC) yang dibutuhkan, dalam "Diktat Kuliah Perancangan Kapal" diberikan sebagai berikut :

$$Zc = C_{st} \cdot C_{dk} \cdot \left(L \cdot B \cdot H \cdot \frac{35}{10^5} \right)^{\frac{1}{6}} + C_{eng} \left(\frac{BHP}{10^5} \right)^{\frac{1}{3}} + Cadet$$

dimana :

C_{dk} = coefficient deck department = 11.5 ~ 14.5

C_{st} = coefficient steward departement = 1.2 ~ 1.33

C_{eng} = coefficient engine departement = 8.5 ~ 11.0 (untuk mesin diesel)

Cadet = jumlah cadet = 2 orang

L = LPP

2.6.3 Perhitungan Komponen DWT dan Titik Berat

DWT terdiri dari beberapa komponen, yaitu : payload, consumable dan crew. Pada umumnya harga payload \pm 90% DWT. Adapun consumable terdiri dari *fuel oil* (bahan bakar), *lubrication oil* (minyak pelumas), *diesel oil* (minyak diesel), air tawar (*fresh water*), *provision dan store*. Setelah berat komponen DWT didapatkan, maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG.

1. Bahan Bakar Minyak

V_{FO} = volume fuel oil

$$V_{FO} = \frac{W_{FO}}{\rho_{FO}} + \text{koreksi [m}^3] \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal 11-24}]$$

Dimana :

$$W_{FO} = \frac{SFR \cdot MCR \cdot \text{range}}{Vs \cdot \text{margin}} \quad [\text{Parametric design chapter 11 rumus 45}]$$

SFR = Specific Fuel Rate
= 0.000190 [ton/kW hr] [untuk diesel engine]

MCR = P_B [kW]

range = radius pelayaran [mil laut]

margin = $(1+(5\% \sim 10\%)) \cdot W_{FO}$ [ton]

pfo = berat jenis fuel oil
= 0.95 ton/m³

koreksi :

- tambahan konstruksi = + 2% WFO
- ekspansi panas = + 2% WFO

V_{AE} = volume fuel oil

$$V_{AE} = \frac{W_{AE}}{\rho_{AE}} + \text{koreksi [m}^3] \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal 11-24}]$$

dimana :

W_{AE} = $C_{AE} \cdot W_{FO}$ [ton]

C_{AE} = 0.1 ~ 0.2

$$\begin{aligned}\rho_{AE} &= \text{berat jenis fuel oil} \\ &= 0.85 \text{ ton/m}^3\end{aligned}$$

koreksi :

- tambahan konstruksi = + 2% W_{AE}
- ekspansi panas = + 2% W_{AE}

2. Minyak Pelumas/Oli

V_{LO} = volume fuel oil

$$V_{LO} = \frac{W_{LO}}{\rho_{LO}} + \text{Koreksi} \quad [m^3] \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal 11-12}]$$

Dimana:

$$\begin{aligned}W_{LO} &= 20 \text{ ton (Untuk medium speed diesel)} \\ \rho_{LO} &= \text{berat jenis lubrication oil} \\ &= 0.9 \text{ ton/m}^3\end{aligned}$$

Koreksi:

- tambahan konstruksi = + 2% W_{LO}
- ekspansi panas = + 2% W_{LO}

3. Air Bersih

Untuk Crew

$$\begin{aligned}W_{FW1} &= \text{berat air tawar} \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal 11-24}] \\ &= Z_C \cdot C_{1fw} \cdot \frac{S}{V_S} \cdot \frac{1}{24} \cdot \frac{1}{1000} \quad [\text{ton}]\end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned}C_{1fw} &= \text{koefisien pemakaian air tawar untuk crew} \\ - \text{Mandi dan cuci} &= 200 \text{ kg / orang / hari} \\ - \text{Minum} &= 10 \sim 20 \text{ kg / orang / hari}\end{aligned}$$

Untuk Pendingin

$$\begin{aligned}W_{FW2} &= \text{berat air tawar untuk pendingin} \\ &= C_{2fw} \cdot \text{BHP} \cdot 10^{-3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_{2fw} &= \text{koefisien pemakaian air tawar untuk pendingin} \\ &= 2 \sim 5 \text{ kg/HP}\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}V_{FW} &= \text{volume total air tawar} \\ V_{FW} &= \frac{W_{FW}}{\rho_{FW}} + \text{Koreksi} \quad [m^3]\end{aligned}$$

Dimana:

$$W_{FW} = W_{FW1} + W_{FW2}$$

$$\rho_{FW} = \text{Berat jenis air tawar} = 1 \text{ ton} / m^3$$

Koreksi:

$$\text{- tambahan konstruksi} = + 2\% W_{FW}$$

$$\text{- ekspansi panas} = + 2\% W_{FW}$$

4. Provision dan Store

$$W_{PR} = \text{Berat provision dan store} \quad [Watson, Chapter 11, hal 11-25]$$

$$= Z_C \cdot C_P \cdot \frac{S}{V_S} \cdot \frac{1}{24} \cdot \frac{1}{1000}$$

Dimana:

$$C_P = \text{Koefisien kebutuhan konsumsi}$$

$$= 3 \sim 5 \text{ kg/orang/hari}$$

Setelah besaran nilai DWT didapat, tahap selanjutnya adalah dengan menentukan titik berat dari masing-masing DWT yaitu titik berat crew, air tawar, bahan bakar minyak, minyak pelumas dan air tawar.

2.6.4 Perhitungan Komponen LWT dan Titik Berat

LWT terdiri dari berat baja badan kapal, peralatan dan perlengkapan, serta permesinan. Jadi bisa disimpulkan bahwa LWT adalah berat kapal kosong tanpa muatan atau consumable dengan perhitungan LWT sebagai berikut:

1) Berat Baja Kapal

$$W_{St} = (L \cdot B \cdot D_A) \cdot C_s \quad [Harvald \& Jensen Method, hal 154]$$

Dimana:

$$L = \text{Panjang Kapal (meter)}$$

$$B = \text{Lebar Kapal (meter)}$$

$$D_A = \text{tinggi kapal setelah dikoreksi dengan supersructure dan deckhouse}$$

$$= D + \frac{\nabla_A + \nabla_{DH}}{L_{pp} \cdot B}$$

$$C_s = \text{Coefficient}$$

Perhitungan Titik Berat :

$$KG = C_{KG} \cdot D_A$$

Dimana:

$$C_{KG} = \text{Koefisien titik berat KG}$$

2) Berat Mesin

Untuk perhitungan berat komponen-komponen propulsi unit adalah mesin yang digunakan dimana beratnya disesuaikan dengan data pada katalog mesin, gearbox, shafting dan propeller. Selain propulsi, berat permesinan yang lain adalah berat electrical unit dan berat tambahan lainnya.

Perhitungan Titik Berat:

Adapun rumus titik berat permesinan dalam "Parametric Design Chapter 11" diberikan sebagai berikut :

$$KGm = h_{ab} + 0.35 (D' - h_{ab}) \text{ [m]}$$

$$h_{ab} = \text{Tinggi double bottom}$$

$$D' = \text{tinggi kapal pada kamar mesin} \\ = H$$

$$LCGm = \text{sisi belakang mesin utama} \\ = - \frac{1}{2} L + \text{panjang ceruk buritan} + 5 \text{ [m]}$$

3) Berat Peralatan dan Perlengkapan

Adapun rumus perhitungannya dalam "Ship Design for Efficiency and Economy, Schneekluth" diberikan sebagai berikut :

Grup III (Akomodasi) :

$$W_{LV} = C_{ALV} \cdot A_{LV} \cdot 10^{-3} \text{ atau}$$

$$W_{LV} = C_{VLV} \cdot V_{LV} \cdot 10^{-3} \text{ [ton]}$$

$$A_{LV} = \text{luas geladak akomodasi}$$

$$V_{LV} = \text{Volume poopdeck \& deckhouse}$$

$$C_{ALV} : \text{For small and medium sized cargo : } 160 - 170 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{For large cargo ships, large tanker, etc : } 180 - 200 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{VLV} : \text{For small and medium sized cargo ship : } 60 - 70 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{For large cargo ships, large tanker, etc : } 80 - 90 \text{ kg/m}^3$$

Grup IV (Miscellaneous) :

$$W_{IV} = (L \cdot B \cdot D)^{2/3} \cdot C \text{ [ton]}$$

$$\text{dimana } 0.18 \text{ ton/m}^2 < C < 0.26 \text{ ton/m}^2 \text{ atau}$$

$$W_{IV} = (W_{St})^{2/3} \cdot C \text{ [ton]}$$

$$\text{dimana } 1 \text{ t}^{1/3} < C < 1.2 \text{ t}^{1/3}$$

2.6.5 Perhitungan Berat dan Titik Berat Total

Rumus perhitungannya diberikan sebagai berikut:

$$DWT + LWT = (W_{\text{baja}} + W_{\text{peralatan (equipment)}} + W_{\text{permesinan}}) + (W_{\text{consumable}} + W_{\text{payload}})$$

$$KG_{\text{Total}} = KG_{\text{baja}} * W_{\text{baja}} \\ + KG_{\text{peralatan}} * W_{\text{peralatan}} \\ + KG_{\text{permesinan}} * W_{\text{permesinan}} \\ + KG_{\text{consumable}} * W_{\text{consumable}} \\ + \frac{KG_{\text{payload}} * W_{\text{payload}}}{A} +$$

$$KG_{\text{Total}} = A / DWT + LWT$$

$$LCG_{\text{Total}} = LCG_{\text{baja}} * W_{\text{baja}} \\ + LCG_{\text{peralatan (equipment)}} * W_{\text{peralatan}} \\ + LCG_{\text{permesinan}} * W_{\text{permesinan}} \\ + LCG_{\text{consumable}} * W_{\text{consumable}} \\ + \frac{LCG_{\text{payload}} * W_{\text{payload}}}{B} +$$

$$LCG_{\text{Total}} = B / DWT + LWT$$

2.6.6 Perhitungan Hukum Archimedes

Perhitungan hukum Archimedes dilakukan dengan membandingkan antara *displacement* awal kapal dengan *displacement* hasil perhitungan DWT + LWT. Untuk toleransi selisih antara *displacement* baru (DWT + LWT) dengan *displacement* lama adalah $\pm 10\% \Delta_{\text{awal}}$.

$$\Delta_{\text{baru}} = DWT + LWT$$

$$LWT = \text{total berat baja kapal} + \text{permesinan} + \text{outfitting [ton]}$$

$$DWT = \text{payload} + \text{consumable} + \text{crew [ton]}$$

2.6.7 Perhitungan Freeboard

Tujuan dari aturan *freeboard* adalah untuk menjaga keselamatan penumpang, crew, muatan, dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki *freeboard* tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan. Setelah semua perhitungan *freeboard* beserta koreksinya, maka di cek dengan kondisi *freeboard* sebenarnya pada kapal yang dirancang. Adapun pembatasannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Actual freeboard} \geq \text{freeboard minimum}$$

dimana :

- Actual Freeboard adalah tinggi *freeboard* yang sebenarnya

- Freeboard Minimum adalah freeboard hasil perhitungan menurut *International Load Lines Convention 1966 & protocol 1988* beserta koreksinya.

2.6.8 Perhitungan Kapasitas Ruang Muat

Kapasitas ruang muat didefinisikan sebagai volume kapal di bawah *upper deck* yang dikurangi dengan volume kamar mesin, *double bottom*, ceruk buritan maupun haluan, tangki-tangki dan lain-lain (khusus untuk tanker, *double skin* dan *cofferdam*).

Untuk volume total kapal perhitungan mengacu pada rumus yang diberikan pada "*Lecture of Ship Design and Ship Theory, Herald Poehls*". Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_h &= \text{total volume kapal di bawah } upper \text{ deck dan diantara perpendicular [m}^3\text{]} \\ &= C_{b_{deck}} \cdot L \cdot B \cdot D' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D' &= \text{capacity depth [m]} \\ &= D + C_m + S_m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_m &= \text{mean chamber [m]} \\ &= \frac{2}{3} \cdot C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= \text{tinggi chamber [m]} \\ &= \frac{1}{50} \cdot B_m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_m &= \text{mean sheer [m]} \\ &= \frac{1}{6} \cdot (S_f + S_a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_a &= \text{tinggi sheer pada AP [m]} \\ &= 25 \cdot (L/3 + 10) \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_f &= \text{tinggi Sheer pada FP} \\ &= 50 \cdot (L/3 + 10) \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

$$C_{b_{deck}} = C_b + c (D/T - 1) \cdot (1 - C_b)$$

$$\begin{aligned} c &= 0.3 \text{ untuk section berbentuk U} \\ &= 0.4 \text{ untuk section berbentuk V} \end{aligned}$$

Catatan : Pada harga F_n yang berkisar antara 0.18 – 0.25, section dengan bentuk V menimbulkan tahanan total (RT) yang lebih besar daripada yang berbentuk U.

$$V_h = \left(\frac{V_r - V_u}{1 + s} \right) + V_m$$

$$V_r = \text{total cargo capacity yang dibutuhkan [m}^3\text{]}$$

$$\begin{aligned} V_u &= \text{cargo capacity yang tersedia di atas } upper \text{ deck seperti hatch coaming} \\ &= \sum l \cdot b \cdot t \end{aligned}$$

$$l = \text{panjang hatch coaming [m]}$$

- b = lebar hatch coaming [m]
- t = tinggi hatch coaming [m]
- s = 0.02
- V_m = volume yang dibutuhkan untuk ruang mesin , tangki – tangki, dan lain–lainnya yang termasuk dalam V_h [m³]
- V_r = (V_h – V_m)(1+s)+V_u [m³]

Perhitungan selanjutnya adalah volume ceruk haluan dan buritan dengan rumus sebagai berikut:

Volume Ceruk Buritan:

- L_{cb} = panjang ceruk buritan
= 3.6 m
- Lebar = B
- Tinggi = 1.8 m
- V_{cb} = volume ceruk buritan
= ½ . panjang . lebar . tinggi [m³]

Volume Ceruk Haluan:

- L_{ch} = panjang ceruk haluan
= 7.2 m
- Lebar = B
- Tinggi = H
- V_{ch} = volume ceruk haluan
= ½ . panjang . lebar . tinggi [m³]

Kapasitas ruang muat = volume muatan

$$\text{Volume muatan} = V_{\text{badan kapal}} - (V_{wt} + V_{db} + V_{ch} + V_{cb} + V_{km}) \text{ [m}^3\text{]}$$

Toleransi selisih kapasitas ruang muat dengan volume muatan : ± 5 %.

2.6.9 Perhitungan Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, maka dilakukan pengecekan dengan ”*Intact Stability Code*, IMO”.

Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan "Intact Stability Code, IMO" Regulasi A.749 (18), dengan kriteria stabilitas untuk semua jenis kapal sebagai berikut:

1. $e_{0,30^\circ} \geq 0.055 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ meter rad.

2. $e_{0,40^\circ} \geq 0.09 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ meter rad.

3. $e_{30,40^\circ} \geq 0.03 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03$ meter

4. $h_{30^\circ} \geq 0.2 \text{ m}$

Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.

5. $h_{\max} \text{ pada } \phi_{\max} \geq 25^\circ$

Lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25°

6. $GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$

Tinggi Metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter

2.6.10 Perhitungan Tonase Kapal

Tonase kapal dibagi menjadi dua yaitu *Net Tonnage* (NT) dan *Gross Tonnage* (GT). NT digunakan dalam menentukan pajak pelabuhan untuk kapal-kapal berbagai ukuran. Sedangkan GT digunakan untuk menentukan persyaratan-persyaratan regulasi, misalnya biaya masuk kanal, biaya pemanduan kapal, persyaratan keselamatan, peralatan teknis, jumlah *crew*, asuransi, dll.

Untuk perhitungan dan pengecekan tonase kapal, digunakan referensi "*International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969*". Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

Gross Tonnage (GT) :

$$GT = K_1 \cdot V$$

$$V = \text{Total volume ruang tertutup [m}^3\text{]}$$

$$= V_U + V_H$$

$$V_U = \text{Volume di bawah geladak cuaca [m}^3\text{]}$$

$$= \Delta \left(1.25 \frac{D}{a} - 0.115 \right)$$

- D = Depth moulded [m]
d = Moulded draft a midship [m]
VH = Volume ruangan tertutup di atas geladak cuaca [m³]
= VP + VFC + VDH
VP = Volume poop [m³]
VFC = Volume forecastle [m³]
VDH = Volume rumah geladak [m³]
K1 = 0.2 + 0.02 log₁₀ V

Net Tonnage (NT):

$$NT = K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4D}{3d}\right)^2 + K_3 \cdot \left(\frac{N_1}{1} + \frac{N_2}{10}\right)$$

V_c = Total volume ruang muat

$$K_2 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V_c$$

$$K_3 = 1.25 \frac{(GT + 10^4)}{10^4}$$

N₁ = Jumlah penumpang dalam kabin dimana tidak lebih 8 penumpang
= 2 orang

N₂ = Jumlah penumpang yang lain
= Z_c - 2

Z_c = Jumlah crew

N₁ + N₂ = total jumlah penumpang kapal yang diizinkan untuk dimuat, yang disebutkan dalam sertifikat.

Syarat-syarat:

- 1) $\left(\frac{4d}{3D}\right)^2 \leq 1$
- 2) $K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 \geq 0.25 \text{ GT}$
- 3) $NT \geq 0.30 \text{ GT}$
- 4) $N_1 \ \& \ N_2 = 0$ jika $N_1 + N_2 \leq 13$

2.7 Biaya Transportasi

Biaya transportasi laut digunakan untuk menghitung besarnya biaya-biaya yang timbul akibat pengoperasian kapal. Pengoperasian kapal serta bangunan apung laut lainnya membutuhkan biaya yang biasa disebut dengan biaya berlayar kapal (shipping cost). (Wergeland W, 1997). Pada pelayaran tidak terdapat standard klasifikasi biaya yang dapat diterima secara internasional, sehingga digunakan pendekatan untuk

mengklasifikasikannya. Namun pada dasarnya biaya pelayaran dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu komponen yang digunakan untuk pembiayaan (financing) dan pemeliharaan kapal serta biaya operasional kapal (Stopford, 1990) Secara umum biaya tersebut meliputi biaya modal (capital cost), biaya operasional (operational cost), biaya pelayaran (voyage cost) dan biaya bongkar muat (cargo handling cost). Biaya-biaya ini perlu diklasifikasikan dan dihitung agar dapat memperkirakan tingkat kebutuhan pembiayaan kapal desalinasi air laut untuk kurun waktu tertentu (umur ekonomis kapal tersebut).

2.7.1 Biaya Modal (*Capital Cost*)

Capital cost adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan pelayaran untuk pengadaan armada. Pengadaan kapal dapat dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya adalah:

a. Kapal Baru

Pengadaan jenis ini adalah dengan membangun kapal baru yang dimulai dari nol. Biaya yang dikeluarkan akan sangat besar karena membangun dari awal, maka dibutuhkan waktu yang lama untuk mengadakan. *Capital cost* untuk kapal yang dibeli atau dibangun menggunakan harga kapal. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai *capital* ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

b. Kapal bekas

Pengadaan kapal bekas ini dilakukan dengan membeli kapal dari pihak lain yang sebelumnya sudah pernah dilakukan. Biaya yang dikeluarkan lebih sedikit, namun umur ekonomis kapal sudah berkurang dan sudah harus melakukan perawatan.

c. Sewa Kapal/Charter

Sewa atau yang biasa disebut dengan charter merupakan salah satu cara dalam pengadaan armada kapal. Sewa kapal dilakukan dengan melakukan perjanjian sewa kapal (charter party) dengan pemilik kapal untuk menggunakan kapalnya dengan membayar biaya sewa sesuai dengan perjanjian.

2.7.2 Biaya Operasional

Biaya Operasional adalah biaya-biaya yang dikeluarkan sehari-hari untuk menjadikan kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Komponen dari biaya operasional adalah gaji anak buah kapal, perawatan dan perbaikan, bahan makanan, stores, minyak pelumas, asuransi dan administrasi.

a) *Manning Cost*

Manning cost (crew cost) adalah biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal termasuk di dalamnya adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, dan uang pensiun. Besarnya crew cost ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja yang tergantung pada ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah biasanya dibagi menjadi 3 departemen, yaitu deck departemen, engine departemen, dan catering departemen.

b) Store, Supplies, Dan Lubricating Oil

Jenis biaya ini dikategorikan menjadi 3 macam yaitu marine stores (cat, tali, besi), engine room stores (spare part, lubricating oils), dan steward's stores (bahan makanan).

c) Maintenance and Repair Cost

Merupakan biaya perawatan dan perbaikan yang mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal agar sesuai dengan standart kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi. Nilai maintenance and repair cost ditentukan sebesar 16% dari biaya operasional (Stopford, 1997). Biaya ini terdiri dari 3 (tiga) kategori, yaitu:

- Survei klasifikasi Kapal harus menjalani survei reguler dry docking tiap dua tahun dan special survey tiap empat tahun untuk mempertahankan kelas untuk tujuan asuransi.
- Perawatan rutin meliputi perawatan mesin induk dan mesin bantu, cat, bangunan atas dan pengedokan untuk memelihara lambung dari pertumbuhan biota laut yang bisa mengurangi efisiensi operasi kapal. Biaya perawatan ini cenderung bertambah seiring dengan bertambahnya umur kapal.
- Perbaikan Biaya perbaikan muncul karena adanya kerusakan kapal secara tiba-tiba dan harus segera diperbaiki.

d. Biaya Asuransi

Komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung pertanggunganan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Semakin tinggi resiko yang dibebankan, semakin tinggi pula premi asuransinya. Umur kapal juga

mempengaruhi biaya premi asuransi, yaitu biaya premi asuransi akan dikenakan pada kapal yang umurnya lebih tua. Terdapat dua jenis asuransi yang dipakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu hull and machinery insurance dan protection and indemnity insurance. Hull and machinery insurance merupakan asuransi terhadap perlindungan badan kapal dan permesinannya atas kerusakan atau kehilangan. Protection and indemnity insurance merupakan asuransi terhadap kewajiban kepada pihak ketiga seperti kecelakaan atau meninggalnya awak kapal, penumpang, kerusakan dermaga karena benturan, kehilangan atau kerusakan muatan. Nilai asuransi kapal ditentukan sebesar 30% dari total biaya operasional kapal (Stopford, 1997).

2.7.3 Biaya Pelayaran

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan tunda. Berikut komponen biaya pelayaran, yaitu:

A. Biaya Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar berdasarkan mesin dan jarak yang ditempuh oleh suatu kapal. Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan dan harga bahan bakar. Terdapat tiga jenis bahan bakar yang dipakai, yaitu High Speed Diesel (HSD), Marine Diesel Oil (MDO), dan Marine Fuel Oil (MFO).

B. Biaya Pelabuhan

Pada saat kapal dipelabuhan, biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi port dues dan service charges. Port dues adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan seperti dermaga, tambatan, kolam pelabuhan, dan infrastruktur lainnya yang besarnya tergantung volume dan berat muatan, GRT dan NRT kapal. Service charge meliputi jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan, yaitu jasa pandu dan tunda, jasa labuh, dan jasa tambat.

2.7.4 Biaya Bongkar Muat

Untuk menggunakan jasa bongkar muat, perusahaan pelayaran harus mengeluarkan biaya bongkar muat agar muatannya bisa dipindahkan dari darat ke kapal dan sebaliknya. Kegiatan yang dilakukan dalam bongkar muat terdiri dari *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*.

Stevedoring adalah kegiatan membongkar barang dari kapal ke dermaga, atau sebaliknya memuat dari dermaga ke kapal. Untuk mempercepat kegiatan *stevedoring* umumnya digunakan alat bantu yaitu crane kapal (*ship gear*), *mobile crane*, atau *Gantry Crane*.

Cargodoring adalah kegiatan memindahkan barang dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan masih dalam areal pelabuhan. *Receiving/delivery* adalah Kegiatan menerima barang dari luar ke dalam pelabuhan (*receiving*) atau sebaliknya (*Delivery*).

2.8 Permutasi dan Kombinasi

Permutasi adalah menggabungkan beberapa objek dari suatu grup dengan memperhatikan urutan. Di dalam permutasi, urutan diperhatikan, atau susunan atau urutan-urutan yang berbeda satu sama lain yang terbentuk dari sebagian atau seluruh objek. Rumus permutasi adalah sebagai berikut:

$$Pr^n = \frac{n!}{(n-r)!}$$

di mana n adalah jumlah objek yang dapat kamu pilih, r adalah jumlah yang harus dipilihdan ! adalah simbol faktorial, {1,2,3} tidak sama dengan {2,3,1} dan {3,1,2}. Kombinasi adalah susunan dari sekelompok objek tanpa memperhatikan susunannya atau urutannya. Kombinasi dapat disebut pengelompokkan sejumlah unsur.

2.9 Konsep Transportasi Integrasi Kota Berlin, Jerman

Berlin, sebuah kota industri berpenduduk 3.5 juta jiwa. Secara keseluruhan, pola angkutan umum darat di Berlin terdiri atas kereta, tram dan bus yang mampu menjangkau hampir seluruh daerah hunian di Berlin. Pola angkutan umum darat dikelompokkan menjadi dua yaitu angkutan jarak jauh (*Fernverkehr*) dan angkutan jarak dekat (*Nahvehrker*). Pola angkutan jarak jauh menggunakan kereta dan dikelola oleh perusahaan negara bernama *Deutsche Bahn* (DB). Sedangkan pola angkutan jarak dekat merupakan gabungan dari bus, tram dan kereta dan dikelola oleh perusahaan transportasi daerah [*Berliner Verkehrsbetriebe*](#) (BVG). Perusahaan pengelola tersebut memiliki kewenangan untuk menentukan jadwal, tarif dan rute di kawasannya masing-masing.

Jalur rel jarak jauh menghubungkan Berlin dengan semua kota besar di Jerman dan dengan banyak kota di negara-negara tetangganya di Eropa. Jalur rel Regional menyediakan akses ke daerah sekitarnya dari Brandenburg dan Laut Baltik . *Berlin Hauptbahnhof* adalah yang stasiun kereta api terbesar di Eropa. *Deutsche Bahn* merupakan kereta yang melayani tujuan domestik seperti Hamburg , Munich , Cologne dan lain-lain . Stasiun ini juga menjalankan layanan kereta api ekspres menuju bandara , serta beberapa tujuan internasional, misalnya Wina, Praha, Zürich , Warsawa dan Amsterdam.

Untuk mewujudkan mutu pelayanan yang merata, perusahaan pengelola menerapkan strategi “satu jadwal, satu tarif, satu karcis”. Biasanya perusahaan transportasi di beberapa kota terdekat akan membuat kesepakatan untuk bersama-sama menerapkan strategi tersebut sehingga sebuah karcis tidak hanya berlaku dalam satu kota saja tetapi juga di daerah sekitarnya. Satu jadwal artinya perjalanan setiap pola angkutan sepanjang rute sudah terjadwalkan. Angkutan hanya boleh berhenti pada halte atau tempat pemberhentian yang telah ditentukan dan sesuai waktu yang dijadwalkan. Jadwal tersebut ditempel pada setiap halte sehingga pengguna angkutan dapat membacanya setiap saat. Selain itu, jadwal tersebut dapat dilihat melalui internet sehingga memungkinkan pengguna angkutan umum membuat rencana perjalanan sebelumnya. Sedangkan satu tarif artinya semua jenis angkutan memiliki tarif yang sama. Besarnya tarif tidak didasarkan pada jenis pola angkutan melainkan tergantung dari jarak yang ditempuh. Dengan demikian penumpang dapat memilih jenis angkutan (bus, tram atau kereta) yang disukai atau yang tercepat mencapai tujuan. Untuk angkutan pribadi warga kota Berlin menggunakan sepeda dan sebagian kecil menggunakan mobil. Jalur sepeda di Berlin mencakup kawasan yang sangat luas dan juga terkoneksi dengan baik dengan transportasi massal. Bagi sebagian pekerja, berlangganan transportasi publik mungkin terlalu mahal (sekitar Rp. 1 juta untuk tiket bulanan) sehingga warga Berlin banyak yang menggunakan sepeda. Yang menarik adalah sepeda bisa diberi ruang untuk dimasukkan ke dalam U-Bahn dan S-Bahn.

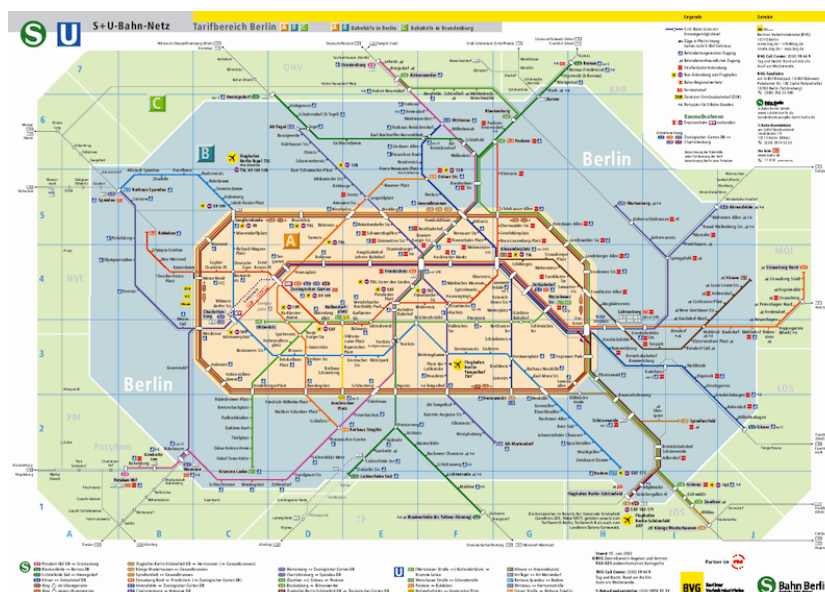
2.9.1 Sarana dan Moda Transportasi di Berlin

❖ *AutoBahn*

AutoBahn merupakan sarana transportasi berupa jalur jalan tol/jalan berkecepatan tinggi. Mirip dengan jalan raya kecepatan tinggi di negara-negara lain , autobahn memiliki beberapa jalur lalu lintas di setiap arah , dipisahkan oleh penghalang utama

dengan dan akses terbatas pada kendaraan bermotor dengan kecepatan tertinggi lebih dari 60 km / h (37 mph). semua jalur keluar *Autobahn* ke arah kanan sehingga bahu kanan yang disediakan selebar 120 cm. Kecepatan desain adalah sekitar 160 km / h (99 mph) di kawasan yang datar tapi kecepatan desain yang lebih rendah digunakan di medan berbukit atau pegunungan. Jalan di *Autobahn* memiliki tebal 686 milimeter atau sekitar 27 inci sehingga cukup kuat dan memiliki usia pakai panjang yang diperkirakan dapat mencapai usia sekitar 40 tahun.

Selain *autobahn* atau jalan tol, Jerman memiliki jalur lain seperti di dalam kota, serta jalur jalan yang menghubungkan satu kota dengan kota lain. Kecepatan yang ditetapkan untuk masing-masing jalan selain *autobahn* juga berbeda-beda. Kecepatan maksimum di dalam kota hanya 50 km per jam. Namun untuk di dalam kota seperti di kawasan perumahan atau sekolah rata-rata hanya 30 km per jam. Sedangkan untuk jalur yang menghubungkan antar-kota kecepatannya berkisar antara 70 km per jam hingga 100 km per jam. Sangsi tegas juga ditetapkan bagi pengemudi yang melanggar ketentuan oleh otoritas lalu lintas di Jerman. Parkir sembarangan, berkendara dengan kecepatan yang tidak sesuai ketentuan akan dikenakan sanksi, melanggar rambu seperti tanda berhenti ataupun melanggar lampu lalu lintas, merupakan pelanggaran yang paling umum terjadi di sana. Khusus untuk pelanggaran terhadap batas kecepatan, teknologi dan penggunaan kamera di jalan dapat memantau para pelanggar. Secara keseluruhan, panjang jalan yang ada di Jerman mencapai 65 ribu km. Biaya pemeliharaan untuk menjaga da memelihara jaringan infrastruktur transportasi di Jerman, setiap tahunnya mencapai 6,5 miliar euro.



Gambar 2.1 Peta Jaringan Transportasi S dan U Bahn di Kota Berlin

❖ *Transportasi air / Ferry (untuk turis)*

Jalur transportasi air dikhususkan bagi turis-turis yang datang ke Berlin, jalur ini sangat populer. ada 6 trayek Ferry di Berlin. Jalur pertama (F11) diresmikan di tahun 1896 dan masih beroperasi hingga sekarang. Kota Berlin memiliki jaringan transportasi air yang luas dalam batas-batas kota yakni melalui sungai Havel, Spree dan sungai Dahme, banyak danau serta kanal. Modanya menggunakan kapal feri yang dioperasikan oleh Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) dan menggunakan tarif angkutan umum umum yang dikelola oleh Verkehrsverbund Berlin - Brandenburg (VBB).



Gambar 2.2 Peta Jaringan dan Moda Kapal Ferry Yang Beroperasi di Kota Berlin

❖ *Transportasi Udara*

Transportasi udara di kota Berlin dilayani oleh dua bandara komersial. Tegel (TXL) adalah yang terbesar dan terletak di Pusat Berlin, sementara (SXF) bandara yang lebih kecil Schönefeld Airport terletak di luar Berlin, ke arah selatan - timur. Secara kolektif, mereka ditangani 22,3 juta penumpang pada tahun 2010. Pada tahun 2011, 88 penerbangan melayani 164 tujuan di 54 negara dari bandara Berlin ,dengan 28 koneksi non – Eropa. Tegel Airport dijadwalkan untuk menutup tahun 2013 dan Schönefeld Airport akan diperluas dan berganti nama Berlin Brandenburg Airport, menangani semua penerbangan komersial dari dan ke Berlin.



Gambar 2.3 Peta Lokasi Bandara kota Berlin

2.10 Penelitian Terdahulu

Sub bab ini berisi tentang penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang sedang dibahas pada Tugas Akhir.

1. Perencanaan Armada dan Pola Operasi Kapal Puskesmas untuk Daerah Kepulauan: Studi Kasus Kepulauan Kangean, Jawa Timur. (Moh. Siswanto, 2010)

Pelayanan kesehatan umum di pulau-pulau kecil di Indonesia sangat diperlukan. Selama ini kondisi pelayanan tersebut tidak sebaik pelayanan yang ada di darat. Penggunaan fasilitas umum terapung adalah metode yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merencanakan pola operasi kapal puskesmas kelling (pusling) di Kepulauan Kangean. Metode optimasi yang digunakan adalah *tabu search* dan *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW). Beberapa scenario operasi dikembangkan berdasarkan kapasitas dan jumlah kapal, pembagian wilayah operasi serta anggaran operasional tahunan. Proses optimisasi ini bertujuan untuk memaksimalkan jumlah kunjungan kapal di wilayah operasi (titik *demand*) dengan batasan anggaran operasional tahunan. Hasil optimasi menunjukkan dengan membagi wilayah kerja menjadi 2 merupakan scenario operasi dianggap yang paling optimum.

2. Model Angkutan Penyeberangan Untuk Mendukung Sektor Pariwisata Kepulauan: Studi Kasus Kepulauan Seribu. (Arina Pramudita Abadi, 2017)

Angkutan penyeberangan memiliki peranan penting sebagai penghubung antar pulau di wilayah Kepulauan Seribu. Keterbatasan jumlah armada menyebabkan tidak semua pulau terlayani. Hal ini memerlukan perencanaan rute serta pemilihan kapasitas kapal yang sesuai dan dapat melayani seluruh pulau. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merencanakan angkutan penyeberangan di Kepulauan Seribu dengan menggunakan metode optimasi untuk mendapatkan tipe kapal yang sesuai pada rute terpilih yang memberikan *minimum unit cost*. Rute yang dianalisis adalah *port to port* dan *multiport*. Hasil optimasi menunjukkan bahwa, terdapat 4 (empat) rute *multiport* yang memberikan *minimum unit cost* yaitu sebesar Rp. 263.853, Rp. 158.777, Rp. 133.324, Rp. 234.587 berturut-turut untuk rute Muara Angke – Pulau Pramuka – Pulau Kelapa – Pulau Pramuka – Muara Angke yang menggunakan kapal berkapasitas 220 orang, Sunda Kelapa – Untung Jawa – Payung – Kepala – Payung – Untung Jawa – Muara Angke yang menggunakan kapal berkapasitas 200

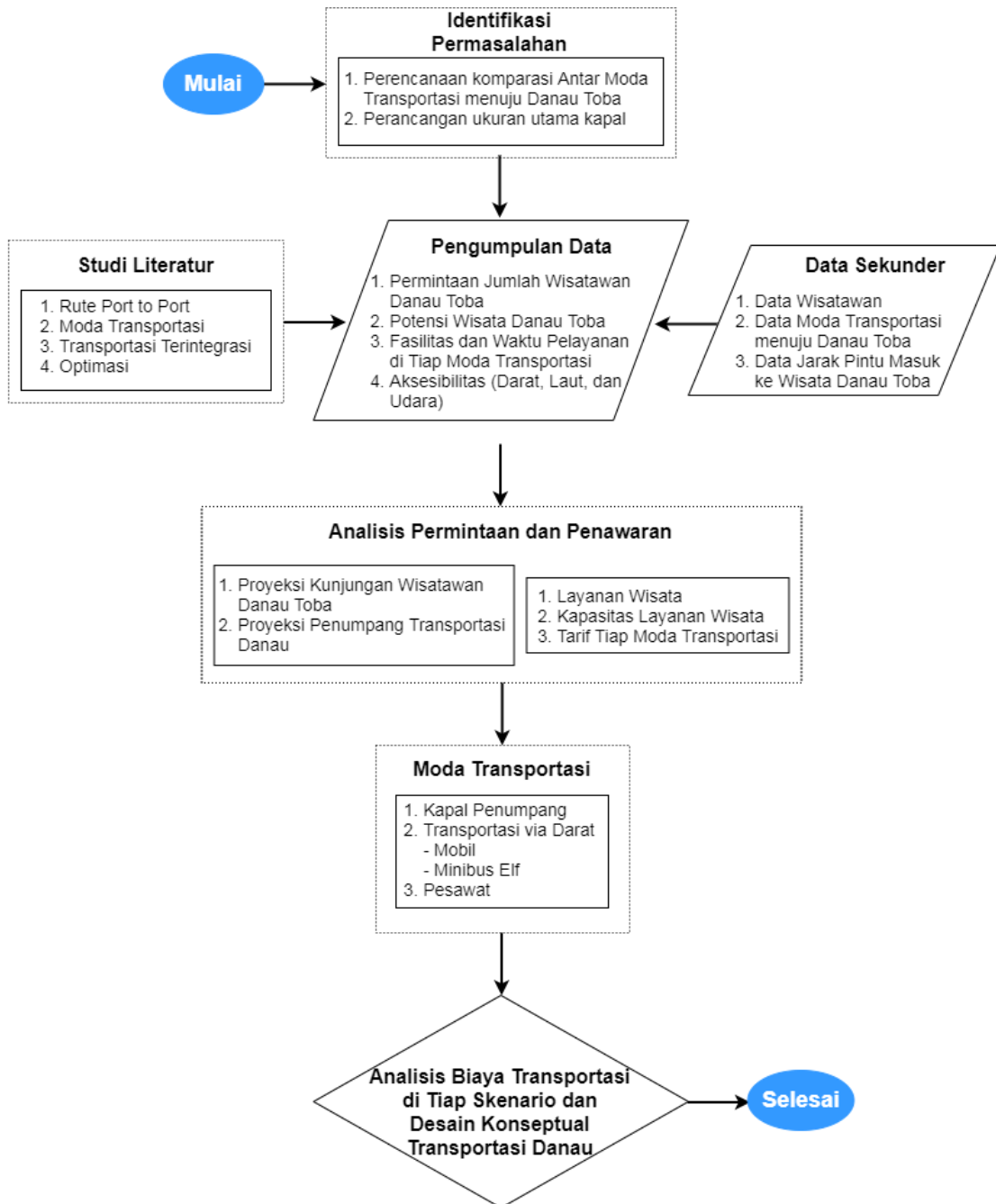
orang. Muara Angke – Untung Jawa - Lancang – Pari –Payung – Pari – Lancang –
Untung Jawa – Muara Angke yang menggunakan kapal berkapasitas 80 orang dan
Muara Angke – Untung Jawa – Lancang - Pari – Lancang – Untung Jawa – Muara
Angke yang menggunakan kapal berkapasitas 220 orang.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Guna memudahkan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir, diperlukan diagram alir untuk mengilustrasikan proses kerja yang akan dilakukan seperti pada Gambar 3.1.



Sumber: Aulia Dina Savitri, 2019

Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir

3.2 Tahap Pengerjaan

Proses penelitian diawali dengan melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang akan menjadi materi dalam Tugas Akhir.

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis melakukan identifikasi permasalahan yang terdapat pada wilayah studi kasus. Permasalahan yang timbul yaitu perencanaan antarmoda dan aksesibilitas menuju Danau Toba serta perencanaan kombinasi antarmoda transportasi untuk masuk wilayah Danau Toba.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk pengerjaan Tugas Akhir ini. Data-data tersebut didapatkan dengan menggunakan 2 metode, yaitu pengumpulan data secara langsung (data primer) dan pengumpulan data secara tidak langsung (data sekunder).

1. Pengumpulan data secara langsung (data primer)

Yaitu berupa data yang diperoleh baik dari hasil wawancara langsung dengan pihak terkait ataupun survei lapangan. Dalam penelitian Tugas Akhir ini, pengumpulan data primer berupa survei lapangan dan wawancara langsung yang dilakukan dengan pihak Badan Pusat Statistik Kabupaten Samosir, Dinas Perhubungan Kota Medan, dan petugas pelabuhan untuk mengetahui lebih lanjut mengenai pelabuhan yang melayani penyebrangan menuju Danau Toba. Hal-hal yang ditanyakan wawancara adalah terkait transportasi yang digunakan untuk proses perpindahan atau pergerakan penduduk, pengunjung wisata saat ini.

2. Pengumpulan data secara tidak langsung (data sekunder).

Yaitu berupa data yang diperoleh dari literatur, paper, jurnal, maupun penelitian sebelumnya, *website* BPS ataupun Kabupaten Samosir dalam angka yang dapat menunjang data yang ada. Dalam penelitian Tugas Akhir ini, pengumpulan data sekunder berupa data wisatawan, data jarak pintu masuk (bandara) menuju wisata Danau Toba dan sekitarnya.

3. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian literatur dan mengadopsi analisis yang ada pada beberapa literatur tersebut yang dapat menunjang penelitian yang dilakukan, baik dari buku, jurnal, ataupun penelitian sebelumnya. Materi yang akan dijadikan

referensi atau rujukan untuk penelitian Tugas Akhir ini berupa gambaran mengenai moda transportasi, optimasi dan transportasi terintegrasi.

4. Tahap Analisis Penawaran dan Permintaan

Tahap ini dibagi lagi menjadi beberapa langkah. Langkah pertama adalah melakukan analisis proyeksi kunjungan wisatawan Danau Toba, proyeksi penumpang transportasi laut. Langkah kedua adalah analisis layanan wisata, kapasitas layanan wisata dan tarif tiap moda transportasi.

5. Moda Transportasi

Setelah hasil analisis dihasilkan, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis perbandingan tiap moda. Moda transportasi yang digunakan didalam penelitian berupa Kapal penumpang yang melayani penyebrangan ke Pulau Samosir, transportasi darat seperti minibus elf berkapasitas 15 orang dan mobil pribadi berkapasitas 4 orang. Dan untuk via udaranya menggunakan moda pesawat dalam menuju pintu masuk Medan, Sumatera Utara. Moda transportasi ini akan dibuatkan skenario tiap modanya.

6. Analisis Biaya dan Waktu

Pada tahap ini di lakukan sebuah analisis dari segi biaya dan waktu pelayanan transportasi di setiap skenarionya. Sehingga dalam analisis ini menghasilkan kombinasi antarmoda dengan biaya termurah serta waktu yang efektif untuk menuju Danau Toba. Juga desain konseptual Transportasi Danau.

7. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap penarikan kesimpulan yang akan menjawab semua permasalahan pada penelitian ini dan saran bagi penelitian ini.

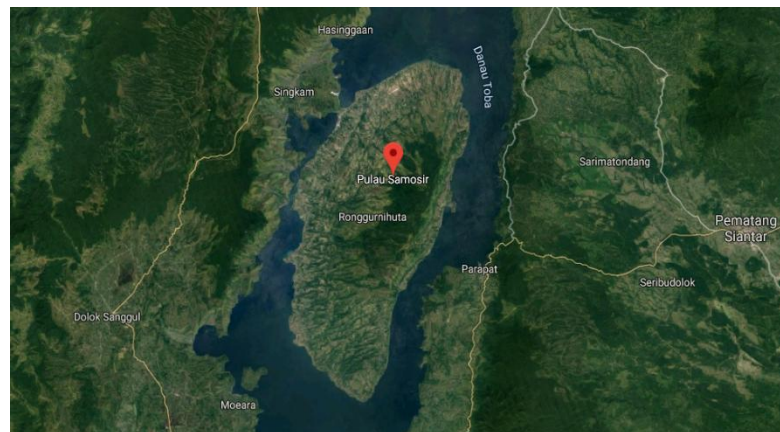
BAB 4

GAMBARAN UMUM

Bab ini menjelaskan gambaran umum dari lokasi studi Tugas Akhir ini yaitu wisata Danau Toba, Sumatera Utara yang merupakan danau terbesar di Indonesia yang memiliki keaneka ragam wisata alamnya. Hal-hal yang akan dipaparkan dalam bab ini adalah hal yang berhubungan dengan wisata di Danau Toba dan sekitarnya, seperti:

4.1 Pulau Samosir

Pulau Samosir adalah sebuah pulau vulkanik di tengah Danau Toba di provinsi Sumatera Utara. Sebuah pulau dalam pulau dengan ketinggian 1.000 meter di atas permukaan laut menjadikan pulau ini menjadi sebuah pulau yang menarik perhatian para turis. Tuktuk adalah pusat konsentrasi turis di Pulau Samosir. Dari Parapat, Tuktuk dapat dihubungkan dengan feri penyeberangan. Selain perhubungan air, Pulau Samosir juga dapat dicapai lewat jalan darat melalui Pangururan yang menjadi tempat di mana Pulau Samosir dan Pulau Sumatera berhubungan. Pulau Samosir sendiri terletak dalam wilayah Kabupaten Samosir yang baru dimekarkan pada tahun 2003 dari bekas Kabupaten Toba-Samosir. Di pulau ini juga terdapat dua buah danau kecil sebagai daerah wisata yaitu Danau Sidihoni dan Danau Aek Natonang yang mendapat julukan "danau di atas danau".



Sumber : Google Maps (2019), diolah kembali

Gambar 4.1 Pulau Samosir

4.1.1 Jumlah Wisatawan

Dalam penelitian ini, data pengunjung merujuk pada data jumlah wisatawan yang datang ke Danau Toba. Data ini diperoleh dari BPS Kabupaten Samosir.

Tabel 4.1 Jumlah Wisatawan Danau Toba

Bulan	Tahun					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Januari	14.536	19.664	13.086	12.095	38.321	46.734
Februari	8.386	5.504	7.320	7.642	10.936	24.969
Maret	8.467	8.877	8.742	7.147	13.362	30.717
April	9.255	9.702	10.589	6.941	26.621	36.414
Mei	11.067	13.065	15.904	9.494	16.230	27.716
Juni	13.353	9.823	12.765	10.030	51.964	73.986
Juli	14.572	17.484	30.369	23.748	20.958	23.680
Agustus	24.982	12.842	13.548	9.032	13.072	22.997
September	8.160	15.012	7.970	13.360	17.193	15.508
Oktober	10.551	12.448	6.734	13.352	16.243	10.645
November	9.211	14.446	12.867	20.633	13.134	20.333
Desember	17.239	32.176	35.569	57.254	40.025	44.950
Jumlah	149.779	171.043	175.463	190.728	278.059	378.649

Sumber: Kabupaten Samosir Dalam Angka, 2019

Berdasarkan tabel diatas setiap tahunnya pengunjung Danau Toba mengalami kenaikan yang fluktuatif. Dapat dilihat pada tabel tersebut, pengunjung Danau Toba paling banyak berkunjung pada bulan Januari dan Desember.

4.1.2 Jumlah Penduduk Pulau Samosir

Berikut adalah tabel jumlah penduduk Pulau Samosir sesuai wilayah kabupaten dan kecamatan :

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Pulau Samosir

Wilayah Kabupaten - Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Sianjur Mulamula	9.311	9.394	9.448	9.501	9.546	9.600
Harian	8.010	8.070	8.114	8.158	8.195	8.239
Sitiotio	7.260	7.302	7.341	7.376	7.408	7.445
Onan Runggu	10.525	10.624	10.687	10.748	10.800	10.862
Nainggolan	12.074	12.189	12.261	12.332	12.392	12.463
Palipi	16.392	16.550	16.648	16.744	16.826	16.924
Ronggur Nihuta	8.514	8.584	8.632	8.680	8.720	8.768
Pangururan	29.970	30.283	30.468	30.648	30.803	30.986
Simanindo	19.868	20.069	20.190	20.309	20.409	20.529
Total Penduduk	121.924	123.065	123.789	124.496	125.099	125.816

Sumber: Kabupaten Samosir Dalam Angka, 2019

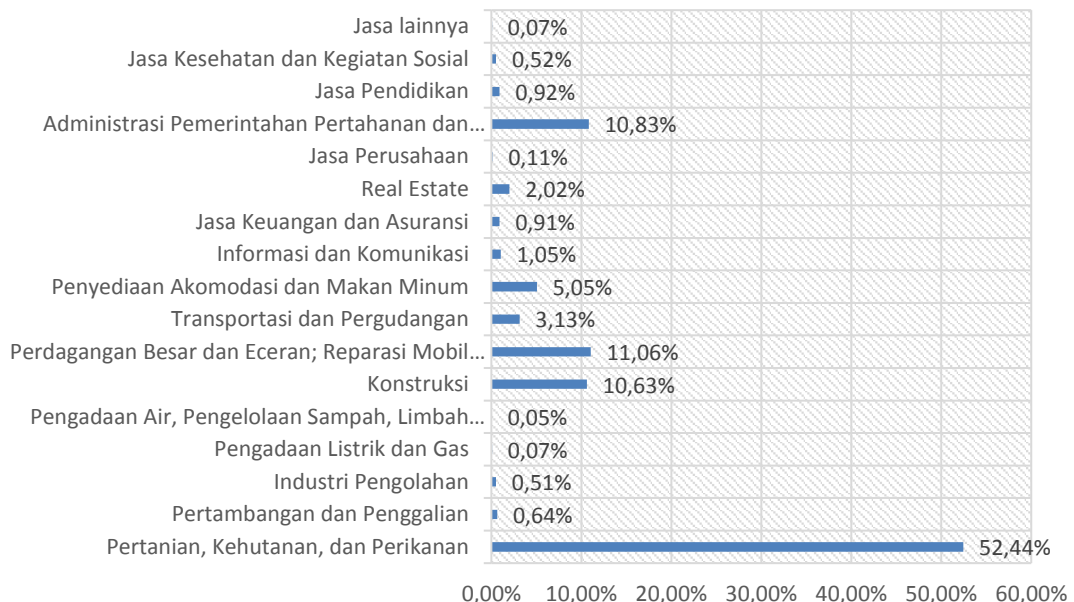
Jumlah penduduk di Pulau Samosir Tahun 2013 kurang lebih 121.924 Jiwa yang tersebar di 9 Kecamatan. Jumlah penduduk tertinggi berada di Kecamatan Pangururan dengan jumlah 29.970 Jiwa dan terendah berada di Kecamatan Sitiotio dengan jumlah 7.260 Jiwa. Dapat dilihat dari tabel diatas jumlah penduduk tiap tahunnya mengalami peningkatan sekitar 1% dari tahun sebelumnya.

4.1.3 Struktur Ekonomi Daerah

PDRB atas dasar harga konstan digunakan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi pada suatu periode ke periode. Sehingga dalam memproyeksikan wisatawan ini menggunakan PDRB atas dasar harga konstan.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Samosir Tahun 2017, PDRB Kabupaten Manggarai Barat terbagi menjadi 17 jenis sektor usaha. Tertera pada Grafik 4.1, tidak semua jenis sektor usaha berlaku disini. Sektor pariwisata memang tidak dijadikan satu jenis sektor usaha sendiri, namun digabung di beberapa jenis, antara lain sektor transportasi & pergudangan, jasa akomodasi makan dan minum, jasa informasi dan komunikasi, serta jasa keuangan dan asuransi. Jika dijumlah dan dibulatkan, maka hasilnya mencapai angka 5%. Angka ini nantinya akan digunakan untuk mencari proyeksi nilai PDRB di beberapa tahun mendatang.

PDRB Kabupaten Samosir tahun 2018



Sumber: BPS Kabupaten Samosir, 2019

Gambar 4.2 Grafik PDRB Kabupaten Samosir Tahun 2018

Pada gambar 4.2, sudah didapatkan bahwa besaran angka untuk sektor pariwisata yang akan dianalisis adalah 5%. Kemudian, nilai ini akan diasumsikan sebagai besar peningkatan jumlah permintaan muatan wisatawan setiap tahunnya di masa mendatang.

4.1.4 Fasilitas Penunjang Wisata

Pulau Samosir memiliki beberapa fasilitas penunjang pariwisata, antara lain bandar udara Silangit, pelabuhan, hotel, fasilitas kesehatan, Pos SAR (*Search and Rescue*). Fasilitas-fasilitas tersebut sangat penting bagi daerah yang ingin sektor pariwisatanya menjadi maju, karena setiap fasilitas yang ada mempengaruhi dunia pariwisata secara langsung maupun tidak langsung. Fasilitas transportasi dan akomodasi yang berpengaruh secara langsung pada sektor pariwisata. Fasilitas tersebut selain berpengaruh pada daya tarik investasi, juga berpengaruh pada minat wisatawan untuk berkunjung yang akan berpengaruh pada populasi wisatawan di daerah tersebut. Berikut penjelasan kondisi fasilitas penunjang pariwisata di Pulau Samosir.

1. Fasilitas Pelayanan Kesehatan

Pulau Samosir memiliki dua buah rumah sakit bernama RSUD Dr Hadrianus dan RS HKBP Nainggolan. Selain rumah sakit, terdapat 12 puskesmas yang tersebar di berbagai kecamatan di kabupaten ini. Fasilitas kesehatan tersebut sangat penting bagi kesejahteraan masyarakat serta menambah kekuatan dunia pariwisata daerah secara tidak langsung

2. Fasilitas Akomodasi

Berdasarkan data yang di dapat perusahaan/jasa akomodasi pada tahun 2017, Kepulauan Selayar memiliki 1 hotel dengan kualitas Bintang 1 dan 3 hotel dengan kualitas Bintang 2 serta 78 fasilitas akomodasi lainnya. Dengan fasilitas akomodasi yang ada, rata-rata lama menginap wisatawan adalah 1,36 hari. Jika dilihat dari persentase rata-rata tingkat penghunian kamar pada hotel dan jasa lainnya di Kabupaten Samosir selama tahun 2017 mengalami kenaikan bila dibandingkan dengan tahun 2016, yaitu dari 21,87 persen menjadi 26,63 persen

4.2 Pariwisata di Danau Toba

Terkenalnya pariwisata di Indonesia tidak luput dari pesona wisata alam yang dimiliki oleh kekayaan alam Indonesia. Pesona keindahan alam yang elok dari wisata alam banyak diburu oleh wisatawan domestik maupun mancanegara. Destinasi wisata alam yang dimiliki oleh Indonesia membentang dari timur hingga ke barat. Salah satu dari sekian banyak destinasi wisata alam, yang menjadi objek pada Tugas Akhir ini adalah Danau Toba. Wisata Danau Toba ini ditargetkan dapat mendatangkan 1 juta wisatawan pada tahun 2019.

1. Pusuk Buhit

Pusuk Buhit adalah salah satu puncak di pinggir Danau Toba yang berada di daerah Pangururan Pulau Samosir, Sumatera Utara. Berada di puncak ini, wisatawan dapat memandang hamparan luas Danau Toba. Puncak ini memiliki ketinggian 1.972 meter dan menawarkan pesona alam yang menakjubkan. Jalan yang dilewatinya cukup menanjak. Jarak Pusuk Buhit dari Pelabuhan Simanindo yaitu 21,2 km dan jarak dari Pelabuhan Ambarita sejauh 36,9 km.

2. Tarian Sigale-gale

Tarian Sigale-gale merupakan salah satu kesenian tradisional masyarakat suku Batak di Samosir, Sumatera Utara. Sigale-gale adalah sebuah patung/boneka berbentuk manusia yang terbuat dari kayu yang merupakan peninggalan raja manggale. Patung dapat digerakkan untuk mengiringi alunan musik gondang. Patung sigale-gale ini digerakkan oleh manusia dengan bantuan tali yang dikaitkan ke bagian kepala maupun lengan patung. Pengunjung yang datang untuk melihat pertunjukan biasanya akan diajak untuk menari bersama (Manortor) dengan Patung Sigale-gale. Tarian ini biasanya sering ditampilkan diberbagai acara seperti acara adat, acara budaya. Wisatawan dapat berfoto dengan patung/boneka ini menggunakan baju adat yang disewakan ditempat hanya dengan membayar seikhlasnya. Jarak Tarian Sigale-gale dari Pelabuhan Simanindo yaitu 20,7 km dan jarak dari Pelabuhan Ambarita sejauh 5,4 km serta dari Pelabuhan Tomok sejauh 0,5 km



Sumber: *yourou.id*, 2019

Gambar 4.3 Tarian Sigale-gale

3. Bukit Holbung

Bukit Holbung memiliki kontur tanah yang bergelombang-gelombang. Wisatawan akan dimanjakan dengan pemandangan yang jarang didapatkan di daerah perkotaan. Tempatnya luas dan tenang maka tempat ini cocok untuk berkemah. Bukit Holbung disebut juga Bukit Teletubbies. Tidak hanya memberikan pemandangan yang

menakjubkan, bukit ini menawarkan suasana yang menyegarkan. Dari sini wisatawan dapat melihat Pusuk Buhit yang megah dan keindahan Danau Toba. Jarak Bukit Holbung dari Pelabuhan Simanindo yaitu 39,7 km dan jarak dari Pelabuhan Ambarita sejauh 55,4 km serta dari Pelabuhan Tomok sejauh 59,4 km.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.4 Bukit Holbung

4. Desa Ambarita

Ambarita merupakan sebuah desa kuno masyarakat Batak, terletak di Kecamatan Simanindo, kabupaten Samosir, Sumatera Utara. Wilayah ini ditandai dengan bentuk rumah *bolon* dan *sopo* yang dikenal dengan lumbung padi yang terlihat tampak kuno hingga kini masih berdiri tegak. Desa Ambarita atau yang juga dikenal dengan nama Huta Siallagan. Desa ini masih memiliki peninggalan batu-batu berbentuk kursi, meja, juga patung manusia yang disebut merupakan representasi kehidupan masa Batak kuno.

5. Tuk-Tuk



Sumber: medan.panduanwisata.com, 2019

Gambar 4.5 Tuk-tuk Siadong

Tuktuk Siadong adalah Wisata Budaya Etnik yang masih terjaga dengan baik, Di Desa Tuktuk Siadong ini wisatawan lokal maupun asing yang datang berkunjung dapat menikmati berbagai macam kebudayaan asli tanah batak seperti halnya kerajinan berupa

ukiran kayu khas batak, ulos (Kain Tradisional) Batak, museum batak, patung sigale-gale dan taritarian tradisional khas batak yang juga diiringi oleh alat musik batak yaitu gondang. Bukan hanya itu, rumah-rumah yang ada di Desa Tuktuk Siadong ini juga memiliki arsitektur yang masih kental dengan budaya batak.

6. Batu Hoda

Batu Hoda adalah salah satu pantai pasir putih di Samosir. Letaknya berada di Dusun Malau, Desa Cinta Dame, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir. Pantai di pinggiran Danau Toba ini dilengkapi dengan berbagai spot foto artsy. Salah satunya, rumah berbentuk rumah burung hantu atau pun rumah kayu yang ada di pinggir pantai, seperti di Pantai Brighton di Melbourne, Australia.

7. Air Terjun Efrata

Air Terjun Efrata terletak di Desa Sosor Dolok Kecamatan Harian dengan ketinggian sekitar 26 m dan lebar 10 m. Sumber air dari dalam bukit, sehingga terasa dingin dan sejuk. Pemandangan menjadi lebih indah saat pelangi turun di sekitar air terjun.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.6 Air Terjun Efrata

8. Aek Rangat Pangururan

Aek Rangat Pangururan merupakan destinasi wisata di Kecamatan Pangururan yang menyediakan pemandian air panas yang memiliki kandungan belerang. Berendam di kolam belerang diyakini dapat mengobati pegal, masuk angin dan penyakit kulit. Air panas ini bersumber dari Gunung Pusuk Buhit yang ditampung pada kolam pemandian. Pemandian ini dikelola oleh penduduk lokal. Selesai mandi wisatawan dapat menikmati makanan dan minuman yang disediakan oleh penduduk lokal.

9. Menara Pandang Tele

Menara Pandang Tele adalah salah satu destinasi wisata terbaik untuk melihat keindahan alam Danau Toba dari tempat yang tinggi. Menara ini terletak di Jalan Tele, Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir. Tepatnya berada di tepi Jalan Tele yang merupakan satu-satunya jalur darat yang menghubungkan Pulau Sumatera dengan Pulau Samosir. Menara ini bisa ditempuh dalam waktu kurang 30 menit dari pusat Kota Pangururan, ibukota kabupaten Samosir. Menara pandang ini terletak pada ketinggian 1.324 mdpl.

Menara Pandang Tele ini diresmikan pada tanggal 22 April 1988 oleh Bupati KDH TK II Tapanuli Utara yaitu Drs. G. Sinaga. Untuk masuk ke dalam menaranya hanya cukup dengan membayar tiket seharga Rp. 2000 saja perorangnya.

Menaranya sendiri berbentuk seperti menara pandang pada umumnya dan terdiri atas empat lantai dengan lantai teratas berupa ruangan berdinding kaca. Sayangnya kondisi kacanya cukup berdebu sehingga mengurangi pemandangan yang bisa kita lihat. Akibatnya banyak wisawatan memilih untuk menikmati keindahan pemandangannya dari lantai tiga saja.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.7 Menara Padang Tele

Tepat berhadapan dengan menara ini, wisatawan akan disuguhkan pemandangan Danau Toba, danau terbesar di Indonesia bahkan Asia Tenggara itu. Perairannya yang biru dan tenang terlihat cukup indah dari atas sini. Di sekeliling Danau Toba terlihat pula gugusan perbukitan hijau yang menambah pesona keindahan alam Danau Toba. Di sela-sela perbukitan tersebut ada beberapa air terjun yang memberi kesan segar dan alami.

4.3 Akses Menuju Danau Toba

Untuk sampai destinasi wisata Danau Toba ini wisatawan dari berbagai kota/negara dapat melewati beberapa pintu masuk bandara udara seperti Bandara Kualanamu atau Bandara Silangit.

4.3.1 Akses Udara

1. Bandara Kualanamu

Bandara Kualanamu menjadi Bandar udara internasional yang melayani kota medan dan sekitarnya. Bandara ini terletak 39 km dari kota medan. Bandara ini merupakan bandara terbesar kedua di Indonesia setelah bandar udara internasional Soekarno-Hatta. Lokasi bandara ini bekas areal perkebunan PT perkebunan nusantara II tanjung morawa yang terletak di beringin, Deli Serdang, Sumatera Utara. Bandara Internasional Kualanamu direncanakan menjadi sebuah kawasan aerotropolis. Aerotropolis adalah sebuah kota dimana tata letak, infrastruktur, dan ekonomi berpusat pada bandara. Aerotropolis sendiri memberikan beberapa dampak bagi bandara, antara lain: meningkatnya jumlah penerbangan, meningkatnya jumlah penumpang dan meningkatnya jumlah kargo. Dampak inilah yang mengharuskan bandara bekerja lebih ekstra yaitu dengan menerapkan sistem 24 jam. Bandara ini memiliki tempat yang instagramable untuk menyambut para pengunjung bandara ini.



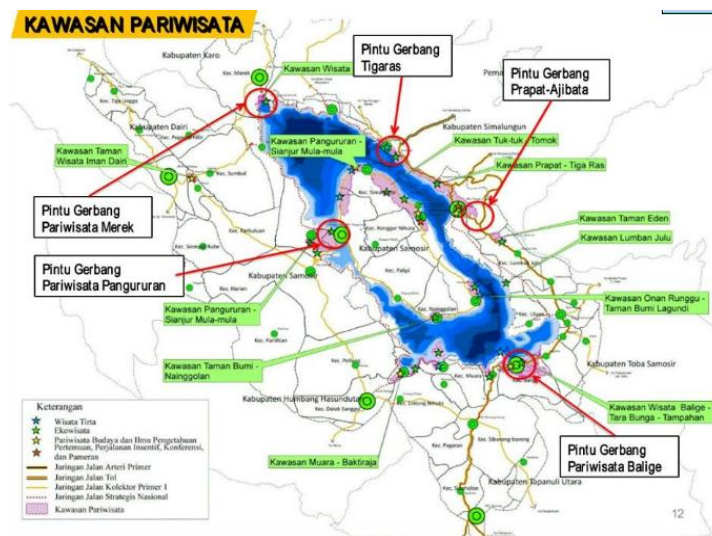
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.8 Bagian Bandara Kualanamu

2. Bandara Silangit

Bandara Udara Internasional Silangit adalah bandar udara yang terletak di Siborong-borong, Tapanuli Utara, Sumatera Utara. Jarak dari pusat kota sekitar 7 km. bandara ini merupakan bandara yang paling berpotensi untuk dikembangkan dikarenakan jumlah penumpang atau pengunjung yang semakin meningkat dan Bandara Silangit merupakan bandara yang strategis untuk dikembangkan memiliki akses paling dekat menuju pusat wisata Danau Toba.

Setelah dari bandara wisatawan dapat memilih beberapa alternatif moda sesuai yang ada di masing-masing bandara. Terdapat banyak rute yang dapat dilalui pada saat menuju Danau Toba, namun rute yang paling sering digunakan wisatawan untuk menuju Danau Toba adalah dengan melewati jalur Medan - Tebing Tinggi - Pematang Siantar - Parapat dan lalu menyebrang menuju Pulau Samosir menggunakan kapal penyebrangan. Berikut adalah akses pintu masuk untuk menuju wisata Danau Toba:



Sumber: kemenpar.go.id, 2019

Gambar 4.9 Lokasi Geografis dan Pintu Masuk Kawasan Wisata Danau Toba

Peta diatas merupakan peta pintu masuk dari wisata yang ada di Danau Toba, dimana alternatif pintu masuk tersebut menyesuaikan kebutuhan wisata pengunjung. Sehingga pengunjung dapat memilih salah satu rute tersebut yang sesuai dengan tujuan wisatanya.

4.3.2 Akses Laut

Ada banyak pelabuhan yang dioperasikan untuk penyebrangan. Tetapi dalam Tugas Akhir ini penyusun hanya menggunakan pelabuhan yang dilayani kapal Ferry yaitu Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok, Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita, Pelabuhan Tigaras – Pelabuhan Simanindo.

1. Pelabuhan Ajibata

Pelabuhan Ferry Ajibata adalah salah satu pelabuhan yang ada di Danau Toba yang menghubungkan ajibata dengan tomok dan ambarita di Kabupaten Samosir. Pelabuhan ini memiliki 2 (dua) dermaga sebagai pintu masuk dan keluar kegiatan penyeberangan dari sisi darat dan dari sisi danau. Sebagai satu-satunya pintu masuk utama yang sangat sibuk dengan jumlah kunjungan penumpang dan muatan barang yang

cukup banyak, pelayanan yang diberikan oleh dermaga Ajibata masih kurang. Pelabuhan ini terletak di Kabupaten Toba Samosir. Pelabuhan ini melayani kapal kayu dan kapal ferry. Kapal Ferry yang singgah di Pelabuhan ini yaitu kapal KMP. Ihan Batak, KM. Tao toba 1 dan KM. Tao Toba 2.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.10 Pelabuhan Ferry Ajibata

2. Pelabuhan Tomok



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.11 Pelabuhan Tomok

Pelabuhan Tomok adalah salah satu pelabuhan yang ada di Danau Toba yang menghubungkan tomok dengan Ajibata Kabupaten Toba Samosir. Pelabuhan ini salah satu pintu masuk utama yang sangat sibuk dengan jumlah kunjungan penumpang dan muatan barang yang cukup banyak. Pelabuhan ini terletak di Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir. Pelabuhan ini melayani kapal kayu dan kapal ferry. Kapal Ferry yang singgah di Pelabuhan ini yaitu KM. Tao toba 1 dan KM. Tao Toba 2. Tetapi kapal yang biasanya beroperasi yaitu KM. Tao Toba 2. Sedangkan KM. Tao Toba 1 dioperasikan di hari libur atau hari-hari besar saat pelabuhan sedang sangat ramai. Fasilitas yang ada dipelabuhan ini yaitu Loket tiket, toilet dan area parkir yang digunakan untuk kendaraan yang menunggu kedatangan kapal.

3. Pelabuhan Ambarita

Pelabuhan Ambarita merupakan peralihan dari Pelabuhan Tomok, jarak Pelabuhan Ambarita dengan Pelabuhan Tomok sekitar 5 km. Pelabuhan ini terletak di kecamatan Simanindo kabupaten Samosir. Kapal yang dilayani oleh Pelabuhan ini yaitu Kapal Ihan Batak, dimana kapal ini dioperasikan oleh PT. ASDP.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.12 Pelabuhan Ambarita

4. Pelabuhan Tigaras



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.13 Pelabuhan Tigaras

Selain dari Pelabuhan Ajibata, Pelabuhan penyebrangan Ferry lainnya yang bertujuan ke Pulau Samosir yaitu Pelabuhan Tigaras. Pelabuhan ini terletak di Kabupaten Simalungun. Pelabuhan ini melayani rute Tigaras – Simanindo. Jarak tempuh untuk menyebrang melalui pelabuhan ini yaitu setengah jam (30 menit). Kapal yang ada di Pelabuhan ini yaitu Kapal SUMUT 1 dan 2. Fasilitas yang dimiliki pelabuhan ini yaitu toilet, loket tiket dan ada warung-warung disekitaran pelabuhan. Untuk menuju ke Pelabuhan ini jalan yang dilewati cukup berkelok-kelok dan rusak. Pelabuhan ini sudah memiliki ruang tunggu penumpang, akan tetapi kurang dimanfaatkan dengan baik. Penumpang biasanya memilih untuk menunggu kapal dengan duduk-duduk di warung

makan dan sekitarnya. Pemandangan yang disuguhkan sungguh menarik perhatian. Hanya saja fasilitas pelabuhan ini tidak menarik untuk wisatawan.

5. Pelabuhan Simanindo

Pelabuhan Simanindo terletak di Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir, menempati areal seluas 4.225,80 m². Pelabuhan Simanindo disamping melayani angkutan penyeberangan, melayani pula angkutan penumpang dari kapal-kapal rakyat. Angkutan penyeberangan yang beroperasi melayani rute penyeberangan Simanindo – Tigaras. Pelabuhan Simanindo dibawah pengelolaan KSO Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Utara dan PT. Pembangunan Prasarana Sumatera Utara.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.14 Pelabuhan Simanindo

4.3.3 Akses Darat



Sumber: Google maps, diolah kembali 2019

Gambar 4.15 Contoh Akses Darat Menuju Danau Toba

Infrastruktur jalan sangat penting guna mendukung kelancaran dan keselamatan pengguna jalan. Akan tetapi, menurut survei lapangan jalan menuju Danau Toba ini relatif curam dan tajam membuat jalan ini sulit dilalui kendaraan-kendaraan besar. Seperti bis dengan kapasitas lebih dari 25 penumpang. Berikut contoh kondisi alam yang dilalui apabila pengunjung ingin berwisata di Danau Toba.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.16 Infrastruktur Jalan Menuju Danau Toba

4.4 Transportasi Menuju Danau Toba

Transportasi menjadi salah satu penunjang wisatawan mencapai pada tempat tujuan. Transportasi yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah Mobil dengan kapasitas 4 penumpang dan minibus dengan kapasitas 15 penumpang.

4.4.1 Transportasi Udara

Transportasi udara merupakan salah satu transportasi yang digunakan wisatawan untuk menuju Danau Toba. Wisatawan mancanegara atau domestik biasanya menggunakan pesawat dari daerah asal mereka. Pesawat tersebut mendarat di Bandara Kualanamu, Deli Serdang, Medan. Untuk mencapai ke Danau Toba, wisatawan memerlukan waktu sekitar 6 jam untuk jalur darat. Tetapi wisatawan bisa sampai dengan memangkas waktu beberapa jam dengan menggunakan pesawat lanjutan menuju Bandara Silangit. Sehingga wisatawan transit terlebih dahulu di Bandara Kualanamu kemudian melanjutkan ke Bandara Silangit dengan menggunakan pesawat yang lebih kecil. Pesawat yang melayani rute ini yaitu Sriwijaya Air, Wings Air, Susi Air. Waktu tempuh dari Bandara Kualanamu ke Bandara Silangit sekitar 1 jam.

4.4.2 Transportasi Darat

Transportasi darat merupakan transportasi yang diminati wisatawan Selain menghemat pengeluaran, wisatawan dapat menikmati pemandangan di sekitar Danau Toba. Danau Toba ini menawarkan keindahan alam yang luar bisa dapat memanjakan wisatawan. Adapun beberapa alternatif transportasi yang dapat digunakan wisatawan untuk menuju Danau Toba, seperti:

- Angkutan Umum (travel)

Angkutan umum menjadi salah satu alternatif transportasi yang diminati wisatawan. Tetapi angkutan umum ini ada yang hanya sampai terminal/loket travel tersebut, ada yang mengantarkan hingga tempat tujuan. Selain biaya yang dibayarkan murah, angkutan umum ini memiliki banyak armada yang hampir setiap jam berangkat dan ada juga yang memiliki waktu keberangkatan sendiri-sendiri tergantung perusahaan travel tersebut. Meskipun angkutan umum ini sangat diminati baik wisatawan maupun penduduk sekitar, angkutan umum ini kurang diperhatikan untuk kebersihan dan kenyamanan penumpangnya. Menurut hasil survei dan pengalaman penyusun, angkutan umum yang ada masih menggunakan tipe mobil L300 dan kebersihannya kurang terjaga. Berikut beberapa angkutan umum yang dapat digunakan untuk menuju ke Danau Toba:

1. PO. Samosir Pribumi (Sampri)

Armada mini bus ini sudah melayani angkutan umum sejak lama ke berbagai kabupaten di Sumatera Utara. Jika destinasi pilihan pertama adalah Pangururan di Kabupaten Samosir, layanan transportasi umum PO. Sampri ini bisa menjadi pilihan. Selain itu, PO Sampri loket Pangururan ini juga melayani rute lengkap ke berbagai wilayah di Kabupaten Samosir seperti Tomok. Untuk jadwal keberangkatan, PO Sampri ini menggunakan sistem jumlah penumpang, jika kursi penuh maka segera berangkat. Loket PO Sampri ini berada di Medan Jln. Saudara No 17 dan Jln. SM. Raja No 16 Kec. Pangururan Kabupaten Samosir. PO Sampri ini melayani 4 rute yaitu:

- Pangururan-Medan (Melalui Tele) dengan 17 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada dan tarif yang dikenakan untuk rute ini seharga Rp. 75.000.
- Pangururan-Silangit (Melalui Tele) dengan 3 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada dan tarif yang dikenakan untuk rute ini seharga Rp. 60.000
- Pangururan-Sidikalang (Melalui Tele) dengan 8 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada dan tarif yang dikenakan untuk rute ini seharga Rp. 60.000.
- Pangururan-Parapat-Siantar-Medan (Via Ferry Tomok) dengan 2 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada dan tarif yang dikenakan untuk rute ini seharga Rp. 50.000.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 4.17 Angkutan Umum Travel

2. Pulo Samosir Nauli (PSN)

Sama seperti PO Sampri, CV. Pulo Samosir Nauli (PSN) ini juga membuka jasa transportasi ke Danau Toba dengan tujuan Pangururan. Sedangkan untuk trayek dalam kabupaten Samosir melayani transportasi ke Palipi, Tomok. Loket Pulo Samosir Nauli di Jln. SM. Raja No 32 Kec. Pangururan Kabupaten Samosir. CV Pulo Samosir Nauli (PSN) ini melayani 3 rute yaitu:

- Pangururan-Medan (Melalui Tele) dengan 2 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada.
- Pangururan-Sibolga (Melalui Tele) dengan 7 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada.
- Pangururan-Sidikalang (Melalui Tele) dengan 5 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada

3. Raja Napogos

Raja Napogos ini juga membuka jasa transportasi ke Danau Toba dengan tujuan Pangururan. Loket Raja Napogos di Jln. SM. Raja No 16 Kec. Pangururan Kabupaten Samosir. Raja Napogos ini hanya melayani rute pangururan-sidikalang-Medan melalui

Tele dengan banyak armada yang di miliki yaitu 9 unit dan kapasitas 11-13 penumpang dengan tarif yang dikenakan Rp. 75.000/orang.

4. Parisma

Travel Parisma ini salah satu transportasi ke Danau Toba dengan tujuan Pangururan. Parisma ini melayani 3 rute yaitu:

- Pangururan-Siantar (Melalui Ferry) dengan 3 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada dengan tarif yang dikenakan sebesar Rp. 50.000.
- Pangururan-Medan (Melalui Ferry) dengan 3 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada dengan tarif yang dikenakan sebesar Rp. 80.000.
- Pangururan-Kualanamu (Melalui Ferry) dengan 3 unit armada untuk rute ini dengan kapasitas 11-13 penumpang setiap armada dengan tarif yang dikenakan sebesar Rp. 130.000.

5. Paradep Taxi

Bus Paradep punya beberapa jenis armada, dari yang ber-AC hingga fasilitas standard. Paradep ini selalu melayani rute angkutan ke Pematangsiantar. Dari kota siantar, wisatawan bisa melanjutkan perjalanan dengan bus tujuan ke Parapat. Locket atau stasiun Paradep Taxi ada di Jalan Sisingamangaraja No. 59 medan. Tarif yang dikenakan untuk Medan-Siantar sekitar Rp. 55.000.

6. Nice Trans Group

Apabila wisawatawan ingin langsung ke Parapat dari Medan bisa menggunakan Nice Trans ini. Mobil nice trans ini memang eksklusif dan nyaman. Selain bisa minta jemput, penumpang bisa diantarkan sampai di tempat tujuan. Tetapi travel ini hanya melayani rute Medan Kualanamu-Siantar-Parapat dan sebaliknya. Transportasi ini memang taksi tetapi bisa sharing dengan penumpang lain dengan tujuan yang sama. Jenis minibus yang disewakan ke penumpang seperti Xenia atau Avanza dengan jumlah sekitar 8 orang. Menurut survei yang dilakukan tarif yang dikenakan sebesar Rp. 80.000 – Rp. 100.000.

- Sewa Mobil

Sewa mobil adalah pilihan transportasi paling nyaman dan enak tetapi biaya yang dikeluarkan sedikit lebih mahal. Banyak rental mobil di Medan yang bisa disewa. Mobil yang biasanya disewakan seperti Avanza, Xenia, dan Innova. Apabila menyewa mobil, wisatawan bisa berhenti dimana-mana sepanjang jalan dan mampir-mampir dulu sesuai keinginan.

- Bus

Jika ingin menggunakan Bus, wisatawan bisa menuju ke Terminal Amplas. Dari Bandara Kualanamu menggunakan Kereta Api bandara turun Stasiun medan, lalu menggunakan angkot tujuan Terminal Amplas nomer 38/48 dengan biaya angkot Rp. 5000. Setelah sampai Terminal Amplas gunakan bus dengan tujuan Parapat. Perjalanan sekitar 4 jam dengan tarif yang dikenakan Rp. 50.000.

- Sewa Sepeda Motor

Wisatawan yang hobi backpacker dapat menyewa sepeda motor untuk menikmati pemandangan yang disuguhkan Danau Toba. Setelah menyebrang menggunakan Ferry atau kapal kayu, wisatawan bisa keluar sedikit dari pelabuhan dan mencari peminjaman sepeda motor atau yang biasa penduduk lokal sebut dengan kereta. Di Kabupaten Samosir banyak yang menyewakan sepeda motor dari motor matic hingga motor manual. Dengan harga yang ditawarkan sekitar Rp. 75.000 – Rp. 100.000 tergantung jenis sepeda motor dan lama peminjaman.

4.4.3 Transportasi Laut

Perjalanan melintasi Danau Toba itu sendiri begitu mengasyikan. Pemandangan danau dan bukit hijau. Jalur perairan sendiri adalah akses yang paling tenar dan paling diminati oleh wisatawan. Dalam Tugas Akhir ini kapal yang digunakan yaitu Kapal Ferry. Ada beberapa alternatif kapal yang dapat digunakan:

1. KMP. Tao Toba I

KMP. Tao toba I merupakan kapal penyebrangan yang melayani mobil, bus, truk dari Pelabuhan Ajibata ke Pelabuhan Tomok dengan waktu tempuh 1 jam. Kapal ini berbentuk kapal LCT dan dioperasikan ketika hari libur atau musim liburan. Karena tiap harinya sudah ada kapal Tao Toba II yang dioperasikan. Sehingga kapal ini membantu kapal Tao Toba II apabila dirasa yang menyebrang ke Pulau Samosir sangat banyak dan ramai. Tetapi sertifikat ijin berlayar kapal ini sudah mati dan tidak dapat digunakan. Kapal ini juga termasuk kapal yang sudah berumur tua.

2. KMP. Tao Toba II

KMP. Tao Toba II juga merupakan kapal penyebrangan yang melayani mobil, bus, truk dari Pelabuhan Ajibata ke Pelabuhan Tomok dengan waktu tempuh 1 jam. Kapal ini juga berbentuk kapal LCT, dioperasikan setiap hari dalam satu hari kapal ini melakukan 5 trip pulang pergi. Apabila musim liburan/pengunjung Samosir sangat banyak, kapal ini dibantu Kapal KMP. Tao Toba II. Sertifikat ijin berlayar kapal ini juga sudah mati dan

tidak dapat digunakan. Kapal ini juga termasuk kapal yang sudah berumur tua. Kapal ini mampu menampung 200 penumpang, 27 unit kendaraan dengan Panjang (LOA) kapal 40,20 m, Lebar (B) kapal 10,49 m dan sarat (T) 2,3 m.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.18 KMP. Tao Toba II

Berikut merupakan jadwal keberangkatan dan kedatangan KMP Tao Toba I maupun KM Tao Toba II beserta tarif yang dikenakan:

Tabel 4.3 Jadwal KM. Tao Toba I dan II

Jadwal Ferry Ajibata - Tomok (Tao Toba I & II)		
Trip	Tomok - Ajibata	Ajibata - Tomok
1	07.00 - 08.00	08.30 - 09.30
2	10.00 - 11.00	11.30 - 12.30
3	13.00 - 14.00	14.30 - 15.30
4	16.00 - 17.00	17.45 - 18.45
5	19.30 - 20.30	21.00 - 22.00

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Samosir, 2019

Tabel 4.4 Tarif KMP. Tao Toba I dan II

TARIF PENYEBRANGAN		
	Kapal Tao Toba I dan II	
Penumpang Dewasa	Rp	4.000
Anak-anak	Rp	2.000
Sepeda	Rp	3.000
Sepeda motor	Rp	13.000
Sepeda Motor 500 CC	Rp	15.000
Sedan	Rp	106.000
Pickup (Kosong)	Rp	108.000
Pickup (Muatan)	Rp	127.000
Bus Sedang (Kosong)	Rp	142.500
Bus Sedang (Muatan)	Rp	166.000
Bus Besar (Kosong)	Rp	209.000
Bus Besar (Muatan)	Rp	243.000

TARIF PENYEBRANGAN		
Tronton (Kosong)	Rp	221.000
Tronton (Muatan)	Rp	243.000

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Samosir, 2019

3. KMP. Sumut I

KMP. Sumut I adalah kapal Ferry untuk penyebrangan dari Tigaras ke Pulau Samosir. Rute kapal ini yaitu Pelabuhan Tigaras ke Pelabuhan Simanindo dengan waktu tempuh 30-45 menit. Kapal ini juga berbentuk kapal LCT, dioperasikan setiap hari dalam satu hari kapal ini melakukan 7 trip pulang pergi. Kapal ini mampu menampung 40 penumpang, 12 unit kendaraan dengan Panjang (LOA) kapal 32 m, Lebar (B) kapal 8 m dan sarat (T) 2 m.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.19 KMP. Sumut I

Berikut merupakan jadwal keberangkatan dan kedatangan KMP Sumut I beserta tarif yang dikenakan:

Tabel 4.5 Jadwal KMP. Sumut I

Jadwal Ferry Simanindo-Tigaras (KMP. SUMUT I)		
Trip	Simanindo-Tigaras	Tigaras-Simanindo
1	07.00 -07.30	08.00 - 08.30
2	09.00-09.30	09.45-10.15
3	10.30-11.00	11.30-12.00
4	12.30-13.00	13.30-14.00
5	14.15-14.45	15.00-15.30
6	16.00-16.30	17.00-17.30
7	18.00-18.30	19.30-20.00

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Samosir, 2019

Tabel 4.6 Tarif KMP. Sumut I

TARIF PENYEBRANGAN		
Kapal SUMUT I dan II		
Penumpang Dewasa	Rp	7.800
Anak-anak	Rp	4.000
Sepeda		
Sepeda motor		
Sepeda Motor 500 CC		
Sedan	Rp	113.000
Pickup (Kosong)		
Pickup (Muatan)	Rp	141.000
Bus Sedang (Kosong)		
Bus Sedang (Muatan)	Rp	153.000
Bus Besar (Kosong)		
Bus Besar (Muatan)		
Tronton (Kosong)		
Tronton (Muatan)		

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Samsir, 2019

4. KMP. Sumut II

KMP. Sumut II adalah kapal Ferry untuk penyebrangan ke Pulau Samsir. Kapal ini juga berbentuk kapal LCT, dioperasikan setiap hari senin-jumat dengan rute Onan Runggu-Balige dengan waktu tempuh sekitar 50 menit. Dalam satu hari kapal ini melakukan 1 trip pulang pergi. Dan untuk hari sabtu-minggu kapal ini melayani rute Sipinggaan-Muara dengan satu hari nya hanya melakukan 1 trip pulang pergi. Kapal ini mampu menampung 40 penumpang, 20 unit kendaraan dengan Panjang (LOA) kapal 32 m, Lebar (B) kapal 8 m dan sarat (T) 1,89 m.

5. KMP. Ihan Batak

KMP Ihan Batak adalah kapal Ferry yang digunakan untuk menyebrang dari Parapat ke Pulau Samsir. Kapal ini berjenis RO-RO yang dioperasikan oleh PT. ASDP. Rute kapal ihan batak yaitu Pelabuhan Ajibata ke Pelabuhan Ambarita. Kapal ini dioperasikan setiap hari dengan 4 kali trip pulang pergi. Kapal ini mampu menampung 280 penumpang dengan 40 unit kendaraan. Kapal ini memiliki GT 300.



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

Gambar 4.20 KMP. Ihan Batak

Berikut merupakan jadwal keberangkatan dan kedatangan KMP Ihan Batak beserta tarif yang dikenakan:

Tabel 4.7 Jadwal KMP. Ihan Batak

Jadwal Ferry Ajibata - Ambarita (KMP. Ihan Batak)		
Trip	Ajibata-Ambarita	Ambarita-Ajibata
1	08.00-09.00	09.30-10.30
2	11.00-12.00	12.30-13.30
3	14.00-15.00	15.30-16.30
4	17.00-18.00	18.30-19.30

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Samosir, 2019

Tabel 4.8 Tarif KMP. Ihan Batak

TARIF PENYEBRANGAN		
	Kapal ihan batak	
Penumpang Dewasa	Rp	9.000
Anak-anak	Rp	6.000
Sepeda	Rp	13.000
Sepeda motor	Rp	22.000
Sepeda Motor 500 CC	Rp	45.000
Sedan	Rp	135.000
Pickup (Kosong)		
Pickup (Muatan)	Rp	120.000
Bus Sedang (Kosong)		
Bus Sedang (Muatan)	Rp	287.000
Bus Besar (Kosong)		
Bus Besar (Muatan)	Rp	487.000
Tronton (Kosong)		
Tronton (Muatan)	Rp	483.000

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Samosir, 2019

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi analisis perhitungan untuk menentukan perencanaan rute yang optimum untuk transportasi antarmoda serta desain konseptual kapal Ro-ro. Yang dilihat berdasarkan analisis biaya transportasi antarmoda dan diakhiri dengan analisis hasil optimasi untuk ukuran utama kapal Ro-ro yang di desain.

5.1 Pendahuluan

Langkah awal yang dilakukan dalam merencanakan rute adalah perlu mengetahui data jumlah wisatawan terlebih dahulu, setelah mendapatkan data jumlah wisatawan yang mengunjungi Pulau Samosir, tahap selanjutnya yaitu melakukan proyeksi wisatawan dengan PDRB Pulau Samosir yang menggunakan regresi antara PDRB Atas Dasar Harga Konstan dengan Jumlah Wisatawan pada tahun sebelumnya. Setelah itu penulis melihat potensi wisata yang biasanya dikunjungi wisatawan. Potensi wisata tersebut akan dikembangkan digunakan untuk membuat alternatif rute wisata dilihat dari jarak terdekat, waktu tempuh dan biaya yang minimum. Analisis yang dilakukan merupakan analisis kondisi eksisting dan skenario yang berupa alternatif dengan moda baru yang berupa kapal Ro-ro yang akan didesain. Alternatif moda transportasi darat yang dibandingkan adalah Mobil kapasitas 4 penumpang dan minibus elf berkapasitas 15 penumpang. Sedangkan, untuk moda transportasi laut yang digunakan adalah kapal Ro-ro dan kapal LCT. Adapun, komponen analisis pada bab ini terdiri dari analisis biaya transportasi darat dan biaya transportasi laut. Selengkapnya mengenai analisis, perhitungan, dan pembahasan pengerjaan tugas akhir ini akan dijabarkan dalam subbab-subbab berikut ini.

5.2 Analisis Hasil Survei

Analisis hasil survei bertujuan untuk mengetahui minat dan ketertarikan pengunjung yang dituju sebagai dasar dalam skenario rute yang digunakan dan perencanaan pembuatan kapal baru. Selain itu, hasil dari identifikasi ini dapat memperlihatkan karakter dari setiap wisatawan yang ada, baik dari segi asal daerah dan prioritas wisata yang dikunjungi. Identifikasi kebutuhan pengguna ini dilakukan dengan metode kuesioner. Pengambilan data sampel dilakukan secara langsung (wawancara) dan tidak langsung. Kegiatan wawancara dilakukan pada wisatawan saat survei di Pulau Samosir yang tersebar di beberapa tempat, antara lain Pelabuhan Tomok, Destinasi wisata sigale-gale dan Menara Pandang Tele. Sedangkan, kuesioner online dilakukan melalui

situs *Google Form*. Hasil olahan kuesioner dari sampel yang didapat tersebut, diasumsikan sebagai profil pengguna jasa destinasi wisata tersebut.

5.2.1 Mengetahui Kebutuhan

Untuk mencari kebutuhan informasi apa yang dirasa penting dari wisatawan, pengambilan data ke sampel wisatawan sangat diperlukan untuk mendapatkan jawaban yang bersifat kuantitatif dan kualitatif. Jumlah sampel ini ditentukan dengan metode Slovin. Berikut rumus penentuan jumlah sampel sesuai metode Slovin:

$$QRe = \frac{N}{N \cdot d^2 + 1} \quad \text{Persamaan 5.1}$$

Keterangan:

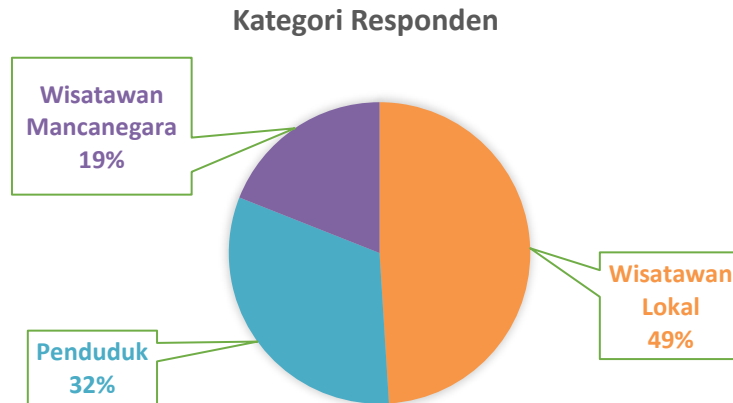
QRe : Jumlah responden (orang)

N : Jumlah populasi (rata-rata jumlah pengunjung per hari di tahun teramai)

d : Presisi (10%)

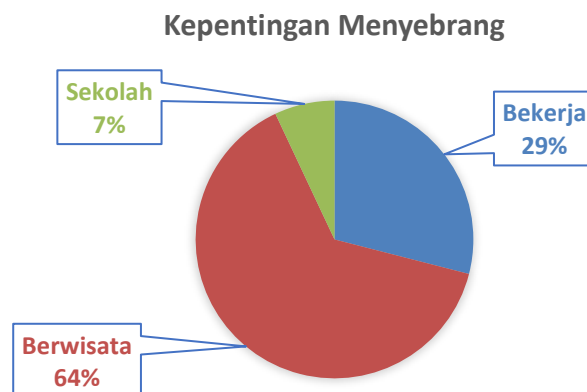
Jumlah populasi yang digunakan pada perhitungan ini adalah angka statistik jumlah pengunjung Pulau Samosir yang paling ramai yaitu pada tahun 2018. Pada tahun 2018 jumlah pengunjung sebanyak 378.649 orang. Ketika nilai tersebut di dimasukkan ke dalam rumus *Persamaan 5.1*, maka akan didapat jumlah kunjungan wisatawan terbanyak dalam satu hari sebanyak 1.037 orang. Dari data yang telah didapat, maka nilai jumlah responden (QRe) minimal sebanyak 91 orang. Dengan metode ini, jumlah minimum responden tersebut dianggap telah mewakili wisatawan yang ada. Dengan jumlah minimum tersebut, diambil pembulatan ke atas menjadi sebanyak 100 orang.

Wawancara pertama kali dilakukan saat observasi langsung di lapangan pada tanggal 24 April 2019 dengan durasi pelaksanaan selama 8 (enam) hari. Jumlah responden yang berhasil didapatkan saat wawancara langsung ada sebanyak 12 orang, dengan rincian untuk wisatawan mancanegara 3 (tiga) orang, penduduk lokal 5 (lima) orang, dan wisatawan lokal (4) orang. Sisanya, 88 orang mengisi kuisisioner tidak langsung yang disebar pada bulan Oktober-November 2019 dengan bantuan penduduk yang ada di Pulau Samosir. Kemudian, data diolah dalam tabel pada Microsoft Office Excel untuk masing-masing pertanyaan. Berikut merupakan beberapa hasil pertanyaan yang telah diolah kembali:



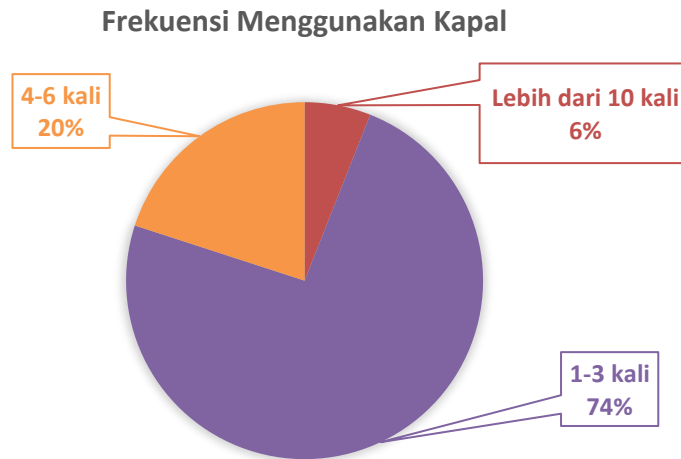
Gambar 5.1 Kategori Responden Kuisisioner

Jadi dalam kuisisioner ini responden menyebutkan nama, jenis kelamin dan kategori responden dengan tujuan kategori ini akan digunakan dalam menentukan berapa persen penduduk yang nantinya berpengaruh pada proyeksi jumlah penduduk dikorelasikan dengan proyeksi jumlah pengunjung pelabuhan.



Gambar 5.2 Kepentingan Menggunakan Kapal

Kuisisioner ini disebar disekitar Pelabuhan Tomok, kepentingan dalam menggunakan kapal ini digunakan untuk mengetahui seberapa penting penyebrangan ini digunakan. Dari hasil responden yang mengisi kuisisioner ini didapatkan sebagai besar kepentingan wisatawan menyebrang yaitu untuk berwisata dengan hasil 64%.



Gambar 5.3 Frekuensi Menggunakan Kapal

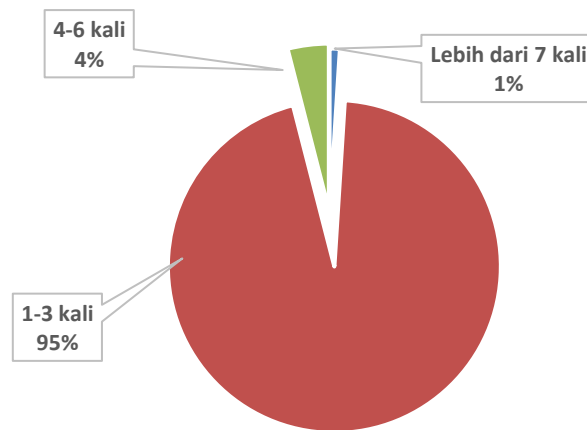
Dalam kuisisioner ini frekuensi menggunakan kapal bertujuan untuk seberapa sering responden menggunakan kapal untuk melakukan aktivitas mereka. Dari grafik diatas didapatkan bahwa 74% dari total responden baru menggunakan kapal 1-3 kali.



Gambar 5.4 Kondisi Kapal Saat Ini

Selanjutnya penulis menanyakan bagaimana kondisi kapal yang responden naiki, 67% atau 67 orang dari 100 orang responden mengisi kuisisioner ini menyatakan apabila kapal tidak layak, kotor dan butuh pembenahan. Berdasarkan survei lapangan, kapal yang digunakan sudah berumur tua dan butuh pembaharuan kapal dan dari segi kebersihan, kapal yang sekarang kurang diperhatikan kebersihannya. Dan 33% responden merasa kapal yang dioperasikan tidak perlu pembenahan karena dirasa masih layak dan bersih.

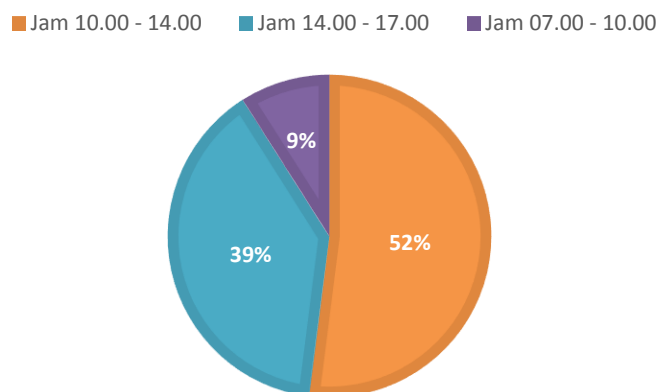
Frekuensi Kunjungan Destinasi wisata



Gambar 5.5 Frekuensi Kunjungan Destinasi wisata

Dapat dilihat dari diagram diatas bahwa 95% dari responden hanya melakukan kunjungan wisata sebanyak 1-3 kali. Dan untuk responden yang melakukan kunjungan wisata sebanyak 4-6 kali sebesar 4% dari total responden.

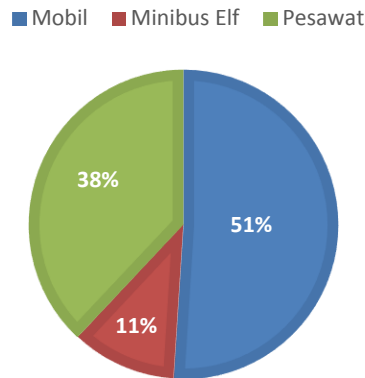
Jam Kunjungan Destinasi wisata



Gambar 5.6 Jam Kunjungan Destinasi wisata

Jam kunjungan destinasi wisata ini digunakan untuk mengetahui disaat jam berapa destinasi wisata ramai. Dan dari hasil responden tersebut sebagian besar wisatawan akan berkunjung pada jam 10.00-14.00 lebih dari jam itu wisatawan meninggalkan destinasi wisata dikarenakan mengejar jadwal penyebrangan kapal untuk wisatawan yang tidak membutuhkan waktu menginap.

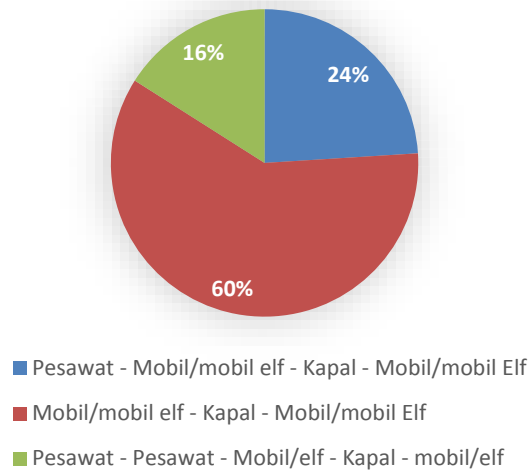
Transportasi Yang Digunakan Dari Tempat Asal



Gambar 5.7 Transportasi Yang Digunakan Dari Tempat Asal

Pada Gambar 5.7 Transportasi Yang Digunakan Dari Tempat Asal menunjukkan bahwa wisatawan berkunjung paling banyak menggunakan moda transportasi mobil dengan prosentase sebesar 51% atau 51 orang, Sisanya, 38% orang menggunakan minibus elf untuk wisatawan lokal yang memang bertempat tinggal disana dan wisatawan domestik yang masih berada di sekitar Pulau Samosir. Dan 11% menggunakan pesawat. Moda Pesawat ini digunakan untuk wisawatawan yang dari luarkota ataupun wisatawan mancanegara.

Kombinasi Transportasi Yang Digunakan



Kebanyakan kombinasi transportasi yang digunakan wisatawan yaitu Mobil/mobil elf- kapal-mobil/mobil elf dengan hasil 60% dari responden yang mengisi. Wisatawan lokal biasanya memang apabila ingin melakukan kunjungan ke Pulau Samosir lebih enak menggunakan mobil sendiri, menggunakan mobil mempermudah apabila ingin melakukan kunjungan yang berpindah-pindah. Untuk kombinasi pesawat-pesawat-

mobil-kapal-mobil ini digunakan untuk wisatawan yang tidak memiliki waktu banyak tetapi ingin menghabiskan waktu liburan di Pulau Samosir.

Tabel 5.1 Skala Prioritas Destinasi wisata

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah
Tarian Sigale-gale	30	23	9	6	6	7	6	8	5	100
Desa Ambarita	1	12	4	5	5	4	15	26	28	100
Tuk-tuk	24	20	12	5	7	9	15	6	2	100
Batu Hoda	10	16	21	19	7	13	5	6	3	100
Pusuk Buhit	3	1	4	4	14	7	9	23	35	100
Aek Rangat Pangururan	14	5	15	31	13	14	1	4	3	100
Bukit Holbung	3	15	16	13	22	16	11	1	3	100
Air Terjun Efrata	1	6	14	7	7	16	26	13	10	100
Menara Pandang Tele	14	2	5	10	19	14	12	13	11	100
Jumlah	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Dapat dilihat Tabel 1.1 merupakan tabel skala prioritas yang dipilih responden. Skala prioritas ini nantinya akan diberi pembobotan. Skala prioritas yang telah diberi bobot dan di rankingkan ini dianggap untuk dasaran dalam menentukan rute yang akan dianalisis. Skala prioritas responden dianggap juga sebagai skala prioritas wisatawan yang mengunjungi Pulau Samosir.

5.3 Analisis Kondisi Saat Ini

Rute Bandara Kualanamu – Danau Toba melalui Pelabuhan Ajibata merupakan rute favorite bagi wisatawan yang ingin menghabiskan waktu liburnya dengan menikmati pemandangan alam yang menarik. Untuk melalui rute tersebut, moda transportasi yang digunakan adalah moda transportasi darat yang akan dihubungkan dengan moda transportasi laut yaitu kapal yang melayani rute penyeberangan antar pulau dilanjut lagi dengan moda transportasi darat. Ada juga rute dari Bandara Silangit – Danau Toba yang merupakan salah satu pilihan untuk wisatawan yang tidak memiliki waktu banyak untuk berlibur.

Penulis telah melakukan survei pada tanggal 24 April 2019, tujuan pertama penulis yaitu dari Bandara Kualanamu ke Pematang Siantar dikarenakan mendapatkan penerbangan malam. Sehingga, penulis memutuskan menginap terlebih dahulu di Siantar dan pagi hari nya akan melanjutkan perjalanan menyebrang ke Pulau Samosir. Penulis

memilih menggunakan travel untuk melanjutkan perjalanan selanjutnya. Berikut merupakan hasil dari pengalaman penulis selama pengambilan data langsung:

Tabel 5.2 Perhitungan Kondisi Eksisting

	Jarak (Km)	Waktu	Biaya
Bandara Kualanamu - P. Siantar			
1. Biaya Travel	109	2 Jam	Rp 100.000
2. Biaya Tol	109	2 Jam	Rp 50.000
P. Siantar - Pulau Samosir	51,88	3 Jam	Rp 50.000
Total Bandara Kualanamu - Pulau Samosir	160,88	5 Jam	Rp 200.000

Tol yang dilalui penulis yaitu tol tebing tinggi, dan untuk biaya P. Siantar – Pulau Samosir ini sudah termasuk biaya menyebrang dari Pelabuhan Tigaras ke Pelabuhan Simanindo menggunakan kapal LCT. Setiap travel memiliki tujuan pelabuhan tersendiri yang menurut travel ini lebih murah.

5.3.1 Konsep Transportasi Terintegrasi Saat Ini

Saat penulis melakukan survey lapangan, penulis wawancara dengan sopir travel, rata-rata rute yang biasanya digunakan wisatawan yaitu Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tujuan wisata – Kualanamu melalui darat dengan alasan ketika berangkat wisatawan ingin terlebih dahulu melihat pemandangan danau yang sangat indah ini, dan untuk kembali ke Bandara Kualanamu melalui darat karena wisatawan ingin melihat pemandangan alam seperti sawah-sawah dan hutan yang sangat asri pada sekitaran Danau Toba.

Berdasarkan pengamatan penulis, untuk transportasi yang saat ini dioperasikan ada beberapa angkutan umum yang tidak memiliki jadwal. Sehingga, angkutan umum ini akan beroperasi apabila kendaraan tersebut telah penuh. Tetapi ada juga kendaraan yang sampai over kapasitas penumpang. Misalnya, angkutan umum travel kapasitas 11 orang harus berangkat jam 1 siang tetapi sebelum jam 1 siang kendaraan tersebut telah penuh dengan penumpang. Pihak travel angkutan umum tersebut tetap berangkat jam 1 akan tetapi kendaraan tersebut tetap diisi terus hingga mengangkut penumpang 12-13 orang untuk 1 kendaraan. Dan untuk kebersihan angkutan umum yang ada perlu di perhatikan lagi, dapat dilihat kembali pada Gambar 4.17.

Untuk transportasi saat ini, kebanyakan angkutan umum atau travel ini hanya mengantar pada 1 titik saja. Misal wisatawan ingin ke Tuk-tuk dan melanjutkan lagi ke

wisata yang lain, angkutan umum ini hanya akan mengantar sampai tuk-tuk aja. Selanjutnya wisatawan dari tuk-tuk ke wisata-wisata lainnya harus menyewa sendiri kendaraan seperti sepeda motor, mobil untuk melanjutkan wisata mereka.

5.3.2 Usulan Rencana Transportasi Terintegrasi

❖ Transportasi Darat

Jalur transportasi darat yang digunakan untuk menuju Danau Toba khususnya Pulau Samosir perlu di perhatikan lagi dari segi infrastruktur dan keamanan kendaraan. Dapat dilihat pada Gambar 4.17 kendaraan yang beroperasi saat ini, perlu dilakukan pembenahan dan pembaharuan transportasi darat yang memberikan kenyamanan pada wisatawan yang hendak menggunakan angkutan umum transportasi darat. Dan dapat dilihat juga pada Gambar 4.15 untuk akses transportasi darat.

Dari segi fasilitas dan layanan transportasi darat, angkutan umum ini berhenti dan menunggu pengumpangnya pada loket masing-masing travel. Ada juga beberapa travel yang mengantar jemput penumpangnya hingga tempat tujuan.

❖ Transportasi Laut

Dilihat dari Gambar 4.10 Pelabuhan Ajibata pada tahun 2019 sudah mulai melakukan pembenahan. Dikarenakan Pelabuhan Ajibata merupakan pelabuhan penyebrangan teramai yang digunakan untuk menyebrang ke Pulau Samosir. Pelabuhan ini terus melakukan pembenahan untuk kenyamanan pengunjung saat menunggu kapal datang. Dan untuk transportasi laut dilihat pada Gambar 4.18 KMP. Tao Toba 1 dan Gambar 4.20 KMP Ihan Batak.

KMP. Tao Toba 1 merupakan kapal LCT dengan rute Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok yang sudah berusia lebih dari 20 tahun, kapal ini memerlukan pembenahan dan pembaharuan kapal baru seperti kapal Ro-ro untuk meningkatkan kenyamanan pengguna transportasi laut. Pelabuhan Tomok dapat dilihat pada Gambar 4.11 Pelabuhan ini sudah memiliki cukup fasilitas seperti loket tiket, toilet. Akan tetapi calon penumpang kapal memilih menunggu didalam mobil hingga kapal datang. Untuk saat ini, pemerintah terus berupaya meningkatkan perbaikan di Pelabuhan Tomok

KMP. Ihan Batak merupakan kapal Ro-ro baru pertama di Danau Toba yang telah dioperasikan pemerintah pada akhir tahun 2018. Kapal ini melayani rute Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita. Untuk Pelabuhan Ambarita dapat dilihat dari Gambar 4.12. Pelabuhan ini belum memiliki ruang tunggu yang tertutup untuk calon penumpang dan belum adanya loket tiket. Berdasarkan survei yang telah dilakukan, calon penumpang

membeli tiket pada petugas yang ada di dekat pintu masuk pelabuhan (dikarenakan belum ada loket tiket) lalu calon penumpang tersebut menunggu didalam kapal untuk menunggu kedatangan kapal. Ada juga penumpang yang menunggu diwarung-warung sekitar dermaga.

Dilihat pada Gambar 4.19 KMP. Sumut 1 merupakan kapal LCT rute Pelabuhan Tigaras – Pelabuhan Simanindo. Pelabuhan Tigaras merupakan salah satu pelabuhan yang terdekat dari Pematang Siantar. Pada Gambar 4.13 Pelabuhan Tigaras ini telah memiliki fasilitas ruang tunggu, toilet untuk calon penumpang kapal. Tetapi ruang tunggu ini kurang dimanfaatkan dengan baik. Calon penumpang biasanya menunggu di warung-warung sekitaran pelabuhan. Pemerintah mungkin bisa menambahkan investasi tempat hiburan untuk calon penumpang agar dapat memanfaatkan ruang tunggu tersebut.

❖ Transportasi Udara

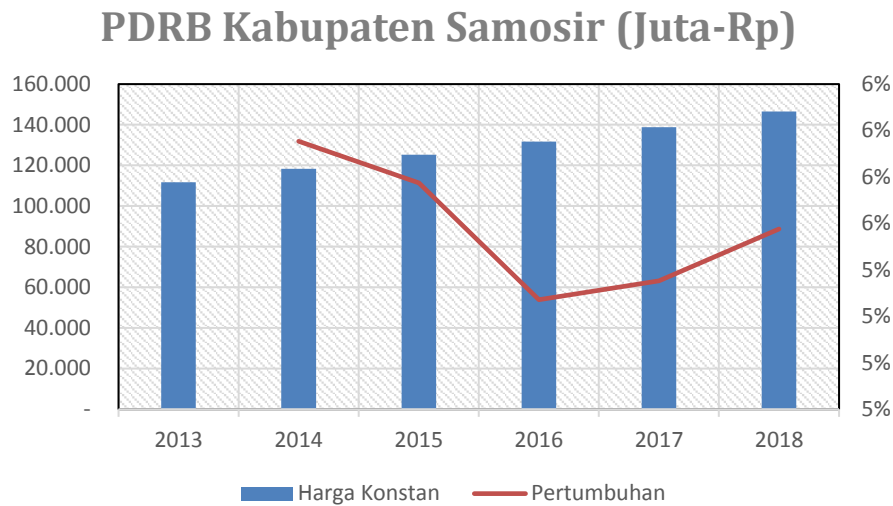
Fasilitas transportasi udara (Pesawat) yaitu Bandara Kualanamu dan Bandara Silangit. Fasilitas yang ada di Bandara Kualanamu sudah lengkap. Selain sebagai pintu masuk ke Sumatera Utara, Bandara Kualanamu ini merupakan salah satu bandara terbesar di Indonesia. Biasanya bandara ini digunakan juga sebagai tempat transit. Sehingga, pemerintah terus memberikan pelayanan yang terbaik untuk pengguna bandara ini.

Bandara Silangit merupakan bandara yang sedikit lebih kecil jika dibandingkan dengan Bandara Kualanamu. Meski begitu Bandara Silangit memiliki fasilitas yang sudah berbasis digital. Pemerintah terus mengupayakan agar bandara ini menjadi bandara internasional yang dapat menunjang meningkatkan jumlah wisatawan yang datang di Danau Toba. Dikarenakan bandara ini memang lebih dekat dengan Danau Toba dan Pulau Samosir.

5.4 Analisis Permintaan (Demand side)

Pada pembahasan analisis permintaan (demand side) ini yang dimaksud potensi wisatawan yang berkunjung ke Pulau Samosir. Pada sektor pariwisata, dibutuhkan angka permintaan untuk jumlah pengunjung wisata di Pulau Samosir. Untuk menghitung proyeksi dari masing-masing wisatawan, dilakukan dengan mencari korelasi antara jumlah wisatawan yang masuk ke Danau Toba dengan Produk Daerah Regional Bruto (PDRB) dari daerah tersebut. Karena wisata Danau Toba yang digunakan pada penelitian ini termasuk Kabupaten Samosir, maka yang diambil adalah PDRB Kabupaten Samosir. PDRB ini digunakan sebagai acuan karena pada sektor pariwisata, indikator yang digunakan untuk melihat gambaran produktivitas perekonomian suatu daerah. Sudah

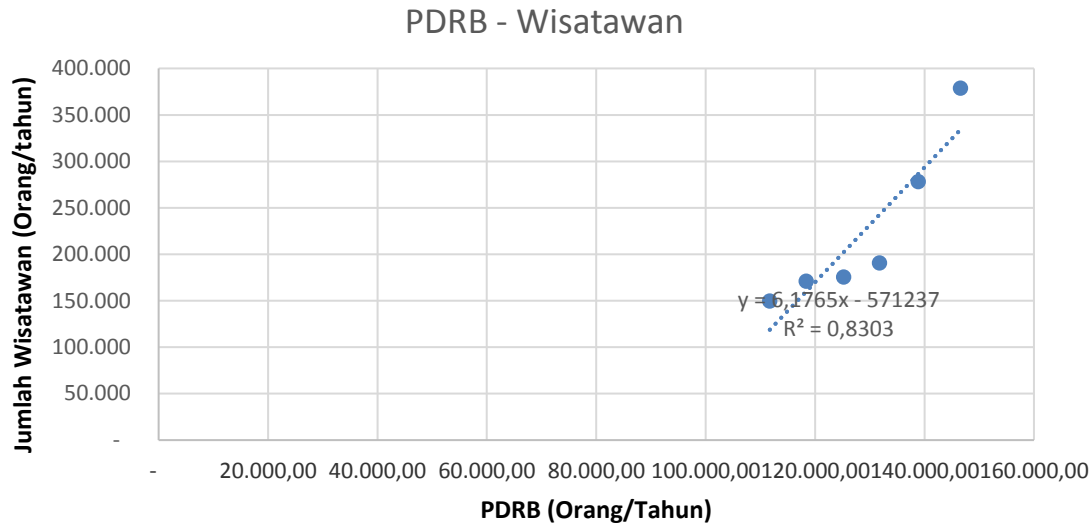
didapatkan bahwa besaran angka untuk sektor pariwisata yang akan dianalisis adalah 5%. Kemudian, nilai ini akan diasumsikan sebagai besar peningkatan jumlah permintaan muatan wisatawan setiap tahunnya di masa mendatang



Gambar 5.8 Pertumbuhan Proyeksi PDRB Kabupaten Samosir

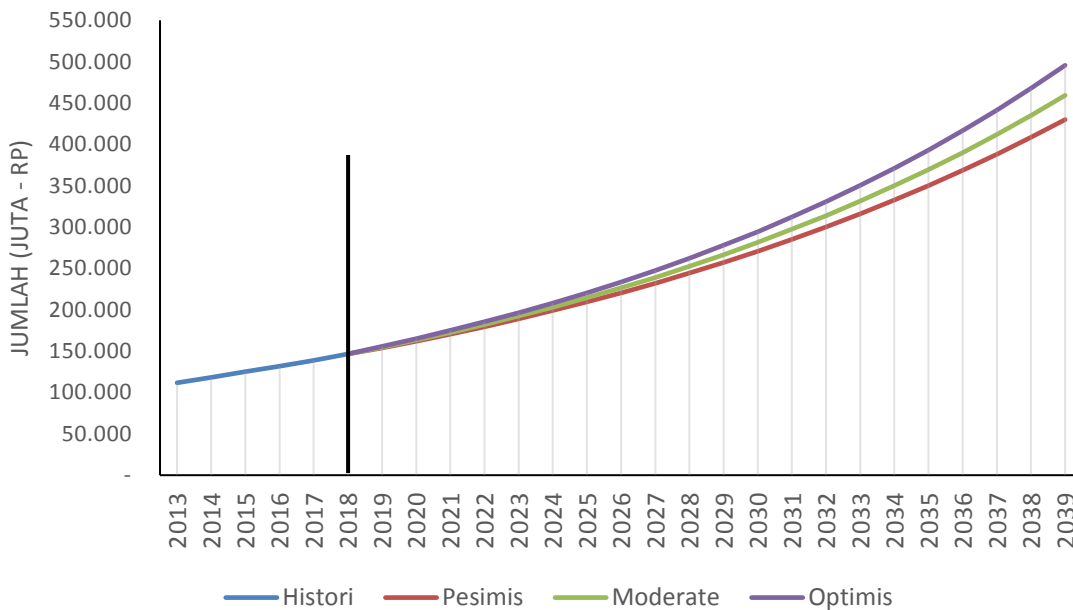
Nilai dari PDRB Kabupaten Samosir mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Hal itu berarti bahwa pertumbuhan ekonomi dari wilayah Samosir mengalami kenaikan. Tahun PDRB yang digunakan disesuaikan dengan data yang diperoleh untuk pengerjaan tugas akhir ini yaitu mulai tahun 2013 sampai dengan 2018. Tahun 2014 PDRB dari Samosir mengalami kenaikan sebesar 5,95% dari tahun sebelumnya, sehingga tahun 2014 menjadi sebanyak 111,7 juta rupiah. Kemudian tahun 2015 mengalami kenaikan sebesar 5,77% dari tahun sebelumnya yaitu menjadi 118,3 juta rupiah. Pada tahun 2016 PDRB terus mengalami kenaikan sebesar 5,27% dari tahun sebelumnya sehingga tahun 2017 mengalami kenaikan sebesar 5,35%. Tahun 2018 mengalami kenaikan sebesar 5,6%.

Dari hasil pertumbuhan tersebut dicari nilai rata-rata, nilai minimum, dan nilai maksimum yang akan digunakan sebagai pesimis, moderate dan optimis. Sehingga, di dapatkan pesimis yaitu 5,27%, moderate 5,59% dan optimis sebesar 5,95%. Nilai ini akan digunakan sebagai nilai kenaikan dalam proyeksi. Maksud dari pesimis dalam tugas akhir ini yaitu jumlah dalam keadaan sepi, sedangkan moderate digunakan sebagai keadaan saat biasa dan optimis sebagai keadaan saat ramai/high season.



Gambar 5.9 Grafik Regresi Antara PDRB Dengan Jumlah Wisatawan 2013-2018

Garis kemiringan (*Slope*) yang digunakan yaitu 6,1765 serta titik perpotongan antara sumbu x dan sumbu y (*intercept*) sebesar -571237 dan R^2 (RSQ) sebesar 0,8303



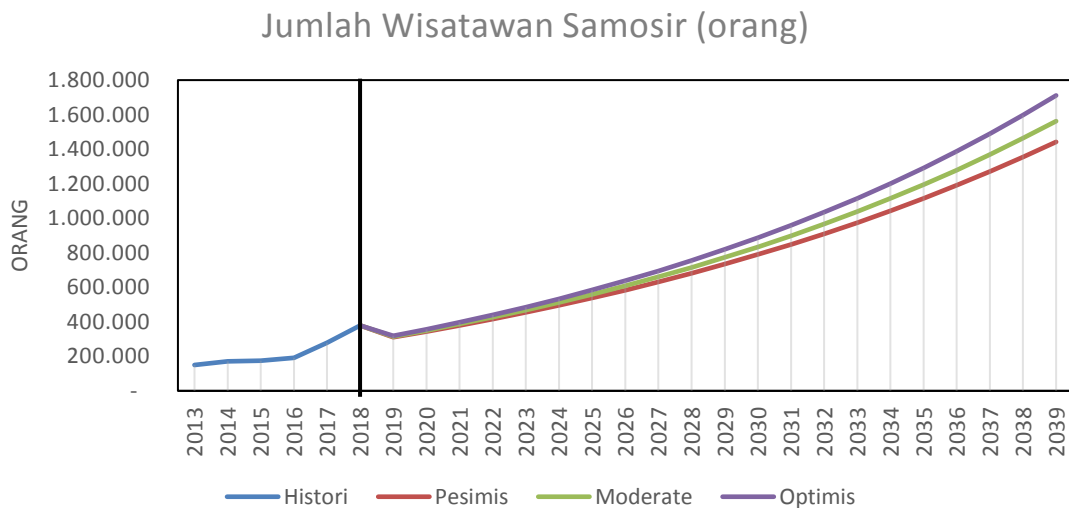
Gambar 5.10 Proyeksi PDRB Atas Dasar Harga Konstan Kabupaten Samosir

Dari data histori PDRB Kabupaten Samosir tersebut diolah kembali untuk menghasilkan sebuah proyeksi PDRB Samosir. Berdasarkan gambar 5.3, angka tersebut didapatkan dari perkalian antara nilai PDRB-ADHK di tahun tersebut dengan asumsi prosentase kenaikan jumlah wisatawannya. Semisal, untuk tahun 2019 moderate dapat dicari dengan melakukan perkalian 5,59% dengan angka PDRB tahun sebelumnya yaitu 2018 dan hasilnya ditambah dengan angka PDRB tahun sebelumnya sehingga akan

menghasilkan angka pada moderate tahun 2019. Rumus ini dilakukan untuk semua jenis moderate, pesimis dan optimis di 20 tahun kedepan hingga tahun 2039.

5.4.1 Proyeksi Jumlah Wisatawan

Kemudian, dapat dicari jumlah wisatawan yang sebenarnya dengan memakai *slope* dikalikan dengan jumlah wisatawan, baru ditambahkan dengan *intercept*.



Gambar 5.11 Proyeksi Jumlah Wisatawan

Menurut Gambar 5.11, garis proyeksi pesimis dan moderate tidak terlalu tinggi kenaikannya dibandingkan dengan garis proyeksi optimis. Cara mendapatkan angka proyeksi tersebut didapatkan dari perkalian antara nilai jumlah wisatawan di tahun tersebut dengan PDRB pada tahun yang sama. Semisal, untuk tahun 2019 proyeksi yang moderate dapat dicari dengan melakukan perkalian *slope* dengan proyeksi PDRB pada tahun 2019 dan hasilnya ditambah dengan *intercept*. Sehingga akan menghasilkan angka pada moderate tahun 2019. Rumus ini dilakukan untuk semua jenis moderate, pesimis dan optimis di 20 tahun kedepan hingga tahun 2039

5.4.2 Proyeksi Jumlah Pengguna Pelabuhan

Dalam tugas akhir ini pelabuhan yang digunakan sebagai acuan dalam mendesain kapal yaitu rute Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok. Yang nantinya hasil dari proyeksi ini digunakan sebagai demand kapal yang akan didesain. Kapal yang akan didesain yaitu Kapal Ro-ro. Kapal ini didesain guna menggantikan kapal LCT yang telah beroperasi tetapi memiliki sertifikat yang sudah tidak berlaku lagi.

1. Pelabuhan Ajibata

Pelabuhan Ajibata merupakan pelabuhan teramai di Kabupaten Toba Samosir, pelabuhan ini melayani beberapa kapal kayu dan kapal ferry. Kapal ferry yang dilayani yaitu KMP. Tao Toba I, KMP. Tao Toba II dan Kapal Ihan Batak. Baru-baru ini 24 Desember 2019 pemerintah mengoperasikan kapal baru bernama KM. Pora-Pora yang melayani rute sama seperti KMP Ihan Batak yaitu Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita.

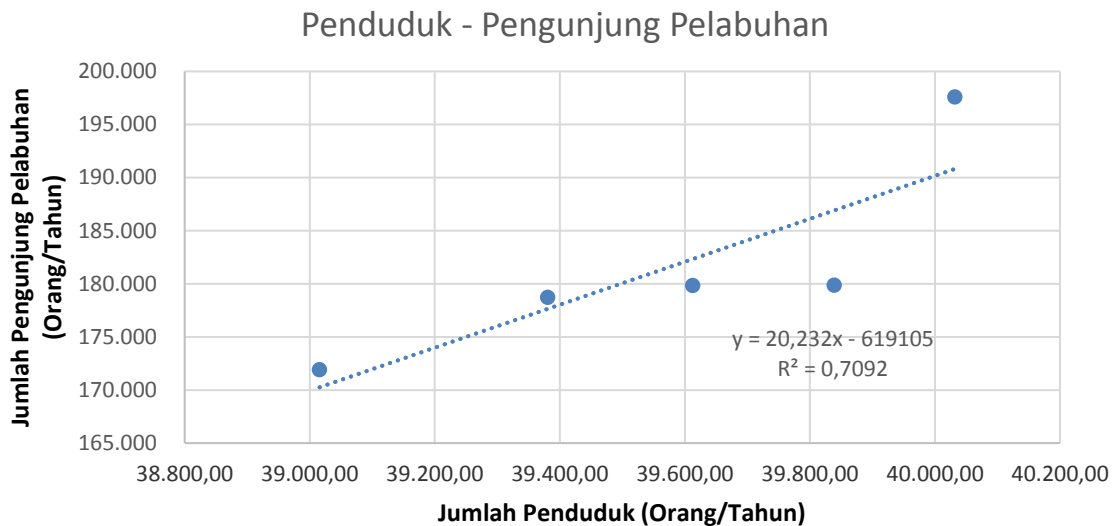
Dalam memproyeksikan Pelabuhan Ajibata ini, penulis hanya mendapatkan data yang datang dan pergi dari Pelabuhan Tomok. Dimana, Pelabuhan Tomok adalah pelabuhan tujuan yang hanya melayani kapal ferry rute Pelabuhan Ajibata dengan Pelabuhan Tomok. Sehingga, data pengunjung yang datang ke Pelabuhan Tomok diasumsikan sebagai pengunjung yang berangkat dari Pelabuhan Ajibata. Maka pengunjung Pelabuhan Tomok ini akan di korelasikan dengan jumlah penduduk yang ada di samosir. Berikut merupakan data histori yang akan digunakan dalam memproyeksikan jumlah pengunjung pelabuhan.

Tabel 5.3 Riwayat Jumlah Pengunjung Pelabuhan Ajibata

Jumlah pengunjung pelabuhan (orang)						
Tahun	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Jumlah	171.922	178.734	179.830	179.865	197.588	135.750

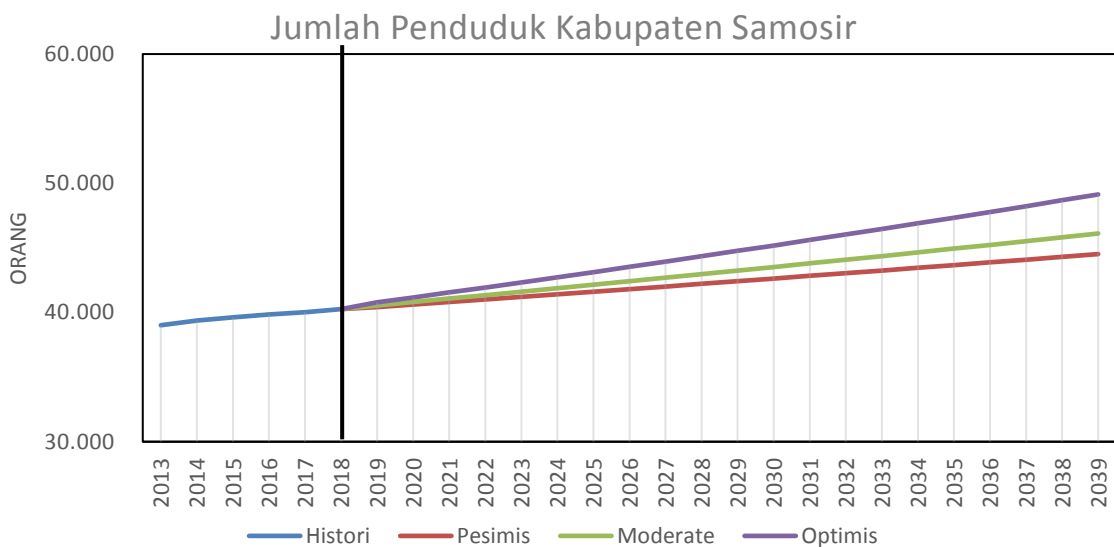
Data ini akan di korelasikan dengan jumlah penduduk kabupaten Samosir. Dari hasil survei dan wawancara yang dilakukan pada 29 April 2019. Didapatkan sekitar 32% dari jumlah penduduk samosir melakukan aktivitas sehari-hari dengan menggunakan kapal terdahulu. Ada yang melakukan penyebrangan untuk berangkat kerja, sekolah dan aktivitas lainnya. Dari hasil pertumbuhan tersebut dicari nilai pesimis, moderate dan optimis. Sehingga, di dapatkan pesimis yaitu 0,48%, moderate 0,63% dan optimis sebesar 0,94%. Nilai ini akan digunakan sebagai nilai kenaikan dalam proyeksi.

Nilai dari jumlah penduduk Kabupaten Samosir mengalami kenaikan dari tahun 2014 sampai tahun 2017, akan tetapi ditahun 2018 mengalami penurunan yang cukup drastis dikarenakan banyak bencana yang terjadi di Danau Toba. Tahun yang digunakan disesuaikan dengan data yang diperoleh untuk pengerjaan tugas akhir ini yaitu mulai tahun 2013 sampai dengan 2018. Sehingga pada tugas akhir ini data tahun 2018 tidak dimasukkan pada perhitungan yang digunakan untuk mencari regresi jumlah penduduk dengan jumlah pengunjung pelabuhan.



Gambar 5.12 Grafik Regresi Jumlah Penduduk Dengan Pengunjung Pelabuhan Ajibata

Hasil dari regresi Garis kemiringan (*Slope*) yang digunakan yaitu 20,231 serta titik perpotongan antara sumbu x dan sumbu y (*intercept*) sebesar -619104,68 dan R^2 (RSQ) sebesar 0,7092.



Gambar 5.13 Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Dari data histori jumlah penduduk Kabupaten Samosir tersebut diolah kembali untuk menghasilkan sebuah proyeksi jumlah penduduk Samosir. Berdasarkan grafik diatas, angka tersebut didapatkan dari perkalian antara nilai jumlah penduduk di tahun tersebut dengan asumsi prosentase kenaikan jumlah penduduknya. Semisal, untuk tahun 2019 yang optimis dapat dicari dengan melakukan perkalian 0,94% dengan jumlah penduduk tahun sebelumnya yaitu 2018 dan hasilnya ditambah dengan jumlah penduduk pada tahun sebelumnya sehingga akan menghasilkan angka pada optimis tahun 2019.

Rumus ini dilakukan untuk semua jenis moderate, pesimis dan optimis di 20 tahun kedepan hingga tahun 2039.

Setelah mendapatkan hasil proyeksi jumlah penduduk maka selanjutnya menentukan proyeksi jumlah pengunjung pada Pelabuhan Ajibata sebagai berikut:

Tabel 5.4 Proyeksi Jumlah Pengunjung Pelabuhan Ajibata

Tahun	Pesimis	Moderate	Optimis
2019	199.397	200.588	203.074
2020	203.361	205.756	210.769
2021	207.345	210.958	218.535
2022	211.348	216.192	226.374
2023	215.370	221.459	234.286
2024	219.412	226.759	242.272
2025	223.473	232.092	250.333
2026	227.555	237.460	258.470
2027	231.655	242.861	266.682
2028	235.776	248.296	274.972
2029	239.917	253.765	283.339
2030	244.077	259.269	291.784
2031	248.258	264.808	300.308
2032	252.459	270.381	308.913
2033	256.681	275.990	317.597
2034	260.923	281.634	326.363
2035	265.185	287.314	335.211
2036	269.468	293.029	344.142
2037	273.772	298.781	353.156
2038	278.097	304.569	362.255
2039	282.442	310.393	371.439

Cara mendapatkan angka proyeksi tersebut didapatkan dari perkalian antara nilai jumlah pengunjung pelabuhan di tahun tersebut dengan jumlah penduduk pada tahun yang sama. Semisal, untuk tahun 2019 proyeksi yang optimis dapat dicari dengan melakukan perkalian *slope* dengan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2019 dan hasilnya ditambah dengan *intercept*. Sehingga akan menghasilkan angka pada optimis tahun 2019. Rumus ini dilakukan untuk semua jenis moderate, pesimis dan optimis di 20 tahun kedepan hingga tahun 2039. Hasil optimis pada tahun ke 20 digunakan sebagai acuan permintaan pengunjung pelabuhan yang terbesar. Hasil tersebut akan dibagi dengan jumlah frekuensi kapal pertrip nya.

2. Pelabuhan Tomok

Pelabuhan Tomok merupakan pelabuhan teramai di Kabupaten Samosir, pelabuhan ini melayani beberapa kapal kayu dan kapal ferry. Kapal ferry yang dilayani

yaitu KMP. Tao Toba I, dan KMP. Tao Toba II. Dalam memproyeksikan Pelabuhan Tomok ini, penulis hanya mendapatkan data yang datang dan pergi dari Pelabuhan Tomok. Dimana, Pelabuhan Tomok adalah pelabuhan tujuan yang hanya melayani kapal ferry rute Pelabuhan Ajibata dengan Pelabuhan Tomok. Maka pengunjung Pelabuhan Tomok ini akan di korelasikan dengan jumlah penduduk yang ada di samosir. Berikut merupakan data histori yang akan digunakan dalam memproyeksikan jumlah pengunjung Pelabuhan Tomok.

Tabel 5.5 Riwayat Jumlah Pengunjung Pelabuhan Tomok

Jumlah pengunjung pelabuhan (orang)						
Tahun	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Jumlah	163.946	177.973	178.118	177.998	192.492	116.447

Data ini akan di korelasikan dengan jumlah penduduk Kabupaten Samosir. Cara yang digunakan dalam mencari proyeksi sama seperti cara yang telah dijabarkan di dalam sub-bab Pelabuhan Ajibata.

Tabel 5.6 Proyeksi Jumlah Pengunjung Pelabuhan Tomok

Tahun	Pesimis	Moderate	Optimis
2019	198.346	199.699	202.526
2020	202.852	205.574	211.270
2021	207.379	211.485	220.097
2022	211.929	217.434	229.006
2023	216.500	223.420	237.998
2024	221.094	229.443	247.075
2025	225.710	235.505	256.236
2026	230.348	241.605	265.484
2027	235.008	247.744	274.818
2028	239.692	253.921	284.239
2029	244.398	260.137	293.748
2030	249.126	266.392	303.346
2031	253.878	272.687	313.035
2032	258.653	279.022	322.813
2033	263.451	285.396	332.684
2034	268.272	291.811	342.646
2035	273.116	298.266	352.702
2036	277.984	304.762	362.852
2037	282.875	311.298	373.097
2038	287.790	317.876	383.438
2039	292.729	324.496	393.876

Cara mendapatkan angka proyeksi tersebut didapatkan dari perkalian antara nilai jumlah pengunjung pelabuhan di tahun tersebut dengan jumlah penduduk pada tahun yang sama. Semisal, untuk tahun 2019 proyeksi yang optimis dapat dicari dengan melakukan perkalian *slope* dengan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2019 dan hasilnya ditambah dengan *intercept*. Sehingga akan menghasilkan angka pada optimis tahun 2019. Rumus ini dilakukan untuk semua jenis moderate, pesimis dan optimis di 20 tahun kedepan hingga tahun 2039. Hasil optimis pada tahun ke 20 digunakan sebagai acuan permintaan pengunjung pelabuhan yang terbesar. Hasil tersebut akan dibagi dengan jumlah frekuensi kapal pertrip nya.

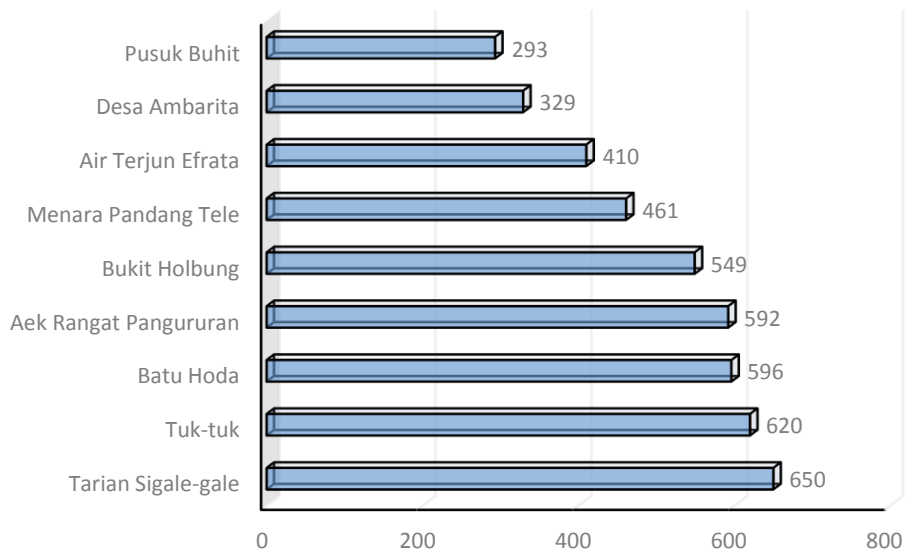
Sehingga hasil proyeksi jumlah pengunjung pelabuhan antara Pelabuhan Ajibata dan Pelabuhan Tomok diambil terbesar. Jika jumlah proyeksi Pelabuhan Ajibata yang terbesar sebesar 371.439 orang/tahun dan Pelabuhan Tomok sebesar 393.876 orang/tahun. Maka, yang akan digunakan sebagai demand kapal yaitu proyeksi Pelabuhan Tomok sebesar 393.876 orang/tahun dan dibagi dengan jumlah frekuensi trip kapal tiap tahunnya guna mendapatkan kapasitas kapal tiap tripnya.

5.5 Analisis Destinasi Wisata

Dalam perencanaan rute ini digunakan 2 titik awal yaitu Bandara Kualanamu dan Bandara Silangit. Dan pelabuhan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok, Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita, dan Pelabuhan Tigaras – Pelabuhan Simanindo. Pulau samosir kaya akan wisatanya sehingga wisata yang digunakan yaitu tarian sigale-gale, desa ambarita, tuk-tuk siadong, batu hoda, pusuk buhit, aek rangat pangurusan, bukit holbung, air terjun efrata, dan menara pandang tele. Rute ini dipilih dikarenakan kebanyakan dari rute ini menjadi favorit wisatawan yang datang ke Danau Toba.

5.5.1 Bobot Destinasi wisata

Dilihat dari sub-bab 5.2.1 Tabel 5.1 Skala Prioritas Destinasi wisata yang didapatkan dari responden yang mengisi kuisisioner. Hasil tersebut akan diberi pembobotan. Dimana, apabila memilih prioritas 1 maka akan diberi nilai 9. Prioritas 2 nilai bobotnya 8, prioritas 3 nilai bobotnya 7, prioritas 4 nilai bobotnya 6, prioritas 5 nilai bobotnya 5, prioritas 6 nilai bobot 4, prioritas 7 diberi bobot 3, prioritas 8 nilai bobot 2 dan untuk prioritas 9 diberi nilai bobot 1. Dari pembobotan tersebut selanjutnya dijumlahkan dan diranking kan wisata tersebut berdasarkan banyaknya jumlah bobot yang diperoleh dari masing-masing wisata.



Gambar 5.14 Hasil Pembobotan Destinasi Wisata

Dari hasil perhitungan pembobotan tersebut didapatkan urutan rute 1 yaitu Tarian sigale-gale dengan jumlah nilai bobot 650. Urutan rute 1 sampai 4 akan digunakan sebagai batasan rute yang wajib dikunjungi, dan untuk urutan rute 5 sampai 9 dijadikan rute variabel yang bisa diganti-ganti.

Jarak dari titik awal ke masing-masing rute yang akses melalui transportasi darat sebagai berikut:

Tabel 5.7 Jarak Titik Awal Menuju Tiap Wisata

	Jarak (Km)	
	Bandara Kualanamu	Bandara Silangit
Pusuk Buhit	234	100
Sigale-gale	267	133
Bukit Holbung	223	90,1
Desa Ambarita	262	129
Tuktuk	265	132
Batu Hoda	244	111
Air Terjun Efrata	212	78,4
Aek Rangat Pangururan	227	94,1
Menara Pandang Tele	207	74
Pelabuhan Ajibata	156	79,3
Pelabuhan Tigaras	152	110
Pelabuhan Simanindo	246	113
Pelabuhan Tomok	266	133

Pelabuhan Ambarita	262	129
---------------------------	-----	-----

Selain melalui darat, penelitian ini juga menggabungkan dengan moda transportasi laut. Berikut merupakan jarak antar pelabuhan:

Tabel 5.8 Jarak Antar Pelabuhan

Pelabuhan Asal	Pelabuhan Tujuan	Jarak (Nm)	Waktu Layanan
Pelabuhan Ajibata	Pelabuhan Tomok	6,5	1 Jam
Pelabuhan Ajibata	Pelabuhan Ambarita	6,4	1 Jam
Pelabuhan Tigaras	Pelabuhan Simanindo	4,2	½ Jam
Pelabuhan Simanindo	Pelabuhan Tigaras	4,2	½ Jam
Pelabuhan Tomok	Pelabuhan Ajibata	6,5	1 Jam
Pelabuhan Ambarita	Pelabuhan Ajibata	6,4	1 Jam

Setelah diketahui jarak antar pelabuhan, maka dicari jarak untuk masing-masing wisata menuju wisata lainnya. Berikut merupakan jarak antar wisata:

Tabel 5.9 Matrik Jarak Tiap Destinasi wisata

Jarak (Km)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Pusuk Buhit	0	41,3	27	37	40	18,8	24,4	10,5	26,5	234	100	21,2	40,8	36,9
2. Sigale-gale	41,3	0	59,8	5,6	2,9	22,9	57,3	43,4	42,7	267	133	20,7	0,5	5,4
3. Bukit Holbung	27	59,8	0	55,5	58,6	37,3	8,5	20,6	24,3	223	90,1	39,7	59,4	55,4
4. Desa Ambarita	37	5,6	55,5	0	4,1	18,6	53	39,1	38,4	262	129	16,5	5,1	0,95
5. Tuktuk	40	2,9	58,6	4,1	0	21,6	56	42,1	58,1	265	132	19,4	2,4	4,1
6. Batu Hoda	18,8	22,9	37,3	18,6	21,6	0	34,8	20,9	36,8	244	111	2,8	22,4	18,5
7. Air Terjun Efrata	24,4	57,3	8,5	53	56	34,8	0	18	4,6	212	78,4	37,2	56,8	52,9
8. Aek Rangat Pangururan	10,5	43,4	20,9	39,1	42,1	20,9	18	0	20,1	227	94,1	23,3	42,9	39
9. Menara Pandang Tele	26,5	42,7	24,3	38,4	58,1	36,8	4,6	20,1	0	207	74	39,2	58,9	54,9
10. Bandara Kualanamu	234	267	223	262	265	244	212	227	207	0	250	246	266	262
11. Bandara Silangit	100	133	90,1	129	132	111	78,4	94,1	74	250	0	113	133	129
12. Pelabuhan Simanindo	21,2	20,7	39,7	16,5	19,4	2,8	37,2	23,3	39,2	246	113	0	20,2	16
13. Pelabuhan Tomok	40,8	0,5	59,4	5,1	2,4	22,4	56,8	42,9	58,9	266	133	20,2	0	4,9
14. Pelabuhan Ambarita	36,9	5,4	55,4	0,95	4,1	18,5	52,9	39	54,9	262	129	16	4,9	0

Tabel 5.9 Matrik Jarak Tiap Destinasi wisata akan digunakan untuk menghitung analisis biaya dan waktu tiap moda transportasi darat dan transportasi laut.

Transportasi darat yang digunakan yaitu mobil dan minibus elf karena apabila kendaraan yang digunakan lebih dari ukuran minibus elf, kondisi geografi jalan yang dilalui kurang mendukung.

5.6 Analisis Biaya dan Tarif Moda Transportasi

Data dan informasi titik lokasi, jarak antar titik dan rute yang mungkin akan dilalui oleh wisatawan merupakan dasar untuk merencanakan tarif layanan dari setiap rute yang beroperasi. Perhitungan biaya yang telah dilakukan oleh penulis ini bertujuan untuk mengetahui berapa besaran harga sewa dari angkutan darat yang akan mengakomodasi rute-rute yang telah direncanakan sebelumnya.

5.6.1 Transportasi Darat (Minibus ELF)

Dalam perhitungan biaya ini penulis menggunakan contoh rute perjalanan untuk rute darat adalah Bandara Kualanamu ke Pelabuhan Ajibata. Dan dalam perhitungan ini seperti yang telah di sebutkan sebelumnya rute angkutan darat menggunakan Minibus Elf berkapasitas 15 orang dan mobil berkapasitas 4 orang untuk operasionalnya.

1) Spesifikasi Kendaraan

Kapasitas transportasi darat yang digunakan adalah minibus Elf berkapasitas penumpang 15 orang per unit, harga dari minibus Elf tersebut diasumsikan penulis seharga Rp 400.000.000. Dengan spesifikasi panjang dan lebar adalah 5.5 meter dan 1.7 meter, kecepatan rata-rata 60 km/jam menggunakan sistem bahan bakar solar dengan konsumsi bahan bakar sebesar 3 Km / Liter. Crew dari minibus Elf diasumsikan sebanyak 2 orang tiap unit dan umur ekonomis dari minibus elf itu sendiri diasumsikan 10 tahun.

Tabel 5.10 Spesifikasi Kendaraan Minibus ELF

Spesifikasi Kendaraan			
Jenis Angkutan	=	Mobil Elf	
Harga Investasi	=	Rp 400.000.000,00	/ Unit
Kapasitas Penumpang	=	15	/ Orang
Panjang	=	5,5	Meter
Lebar	=	1,7	Meter
Kecepatan	=	60	Km/Jam
Jenis Mesin	=		
Jenis BBM	=	Solar	
Konsumsi Bahan Bakar	=	3	Km / Liter
Konsumsi Oli	=	50	Liter/Tahun
Crew	=	2	Orang / Unit
Umur Ekonomis	=	10	Tahun
Presentase Kerja	=	25%	
Hari Kerja	=	365	Hari / Tahun
Jumlah Armada	=	1	Unit
Umur Kendaraan	=	1	Tahun

2) Perhitungan Operasional Transportasi Darat

Jarak yang harus ditempuh oleh moda transportasi darat sesuai rute yang diberi contoh oleh penulis, yaitu sejauh 156 Km. Untuk jam layanan dari minibus elf tersebut adalah dari pukul 07.00 – 21.00 WITA atau sekitar 14 jam.

Tabel 5.11 Perhitungan Operasional Transportasi Darat

Rute	=	Bandara Kualanamu	-	Pelabuhan Ajibata
Total Jarak (RT)	=	156	Km	
Jam Layanan	=	07.00 - 21.00 WITA		
Durasi Layanan	=	840	Menit	
Waktu tunggu di Tempat	=	0	Menit	
Total waktu tunggu	=	0	Menit	
Total waktu dijalan	=	156	Menit	
Jumlah Frekuensi / Tahun	=	492	Trip / Tahun	
Total Waktu 1 Trip	=	156	Menit	

Berikutnya mencari lama kendaraan melakukan perjalanan ke rute tujuan, dengan cara membagi jarak antar titik dengan kecepatan rata-rata dari kendaraan tersebut, dan hasilnya adalah sekitar 156 menit untuk satu kali trip.

3) Menentukan asumsi untuk Operasional Transportasi Darat

Tabel 5.12 Asumsi Perhitungan Transportasi Darat

Asumsi				
Gaji Crew	=	Rp	3.000.000,00	Orang/Bulan
Perbekalan / Uang Makan	=	Rp	30.000,00	Orang/Hari
Oli	=	Rp	70.000,00	
Perbaikan	=	Rp	8.000.000,00	/ Tahun
Asuransi	=		2,50%	Harga Kendaraan

Asumsi lainnya yang digunakan adalah gaji crew sebesar Rp 3.000.000 orang/bulan, dan uang perbekalan yang di dapatkan oleh setiap crew adalah Rp 30.000 orang/hari. Sedangkan harga oli di sini ditetapkan sebesar Rp 70.000, biaya perbaikan yaitu sebesar 2% dari biaya investasi, asuransi sebesar 2,5% dari biaya investasi.

4) Perhitungan Biaya Investasi dan Biaya Operasional

Setelah mendapatkan semua data dan asumsi yang telah terkumpul, kemudian mulailah menganalisis perhitungan biaya investasi dan operasional. Investasi hanya dilakukan pada tahun ke 0 yaitu pembelian minibus elf seharga 400.000.000 / Unit.

Tabel 5.13 Rekap Biaya Transportasi Darat

Tahun Ke	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Biaya Perjalanan
0	Rp 400.000.000		
1		Rp 115.400.000	Rp 131.757.600
2		Rp 120.670.000	Rp 131.757.600
3		Rp 126.203.500	Rp 131.757.600

4		Rp 132.013.675	Rp 131.757.600
5		Rp 138.114.359	Rp 131.757.600
6		Rp 144.520.077	Rp 131.757.600
7		Rp 151.246.081	Rp 131.757.600
8		Rp 158.308.385	Rp 131.757.600
9		Rp 165.723.804	Rp 131.757.600
10		Rp 173.509.994	Rp 131.757.600

5) Penentuan Tarif Transportasi Darat

Untuk menentukan tarif layanan transportasi ini sangatlah bergantung terhadap biaya investasi, dan biaya operasional. Sebelum menentukan tarif, semua biaya ditarik ke tahun-0 baik itu biaya investasi atau biaya operasional, dan kemudian disebar lagi biayanya selama umur ekonomis yang telah ditentukan.

Tabel 5.14 Penentuan Tarif Layanan Transportasi Darat

Kendaraan		
SUM PV	Rp/Tahun	Rp 1.189.868.499,97
WACC	11,50%	
ANNUAL VALUE (A)	Rp/ Tahun	Rp 206.296.081
MARGIN	%	0%
Biaya Sewa Kendaraan	Rp/Tahun	Rp 206.296.081,05
II99	Rp/Bulan	Rp 17.191.340,09
	Rp/Hari	Rp 565.194,74
	Rp/Trip	Rp 419.301
Konsumsi Bahan Bakar		
Bahan Bakar	Liter / Trip	52
Harga BBM	Rp/ Liter	5150
Total biaya bahan bakar	Rp/Trip	Rp 267.800,00
Total Biaya		Rp 687.101
Margin Profit		25%
Unit Biaya	Rp/Trip	Rp 908.876,22
Biaya Tol	Rp/Trip	Rp 50.000
Perhitungan Unit Biaya		
Biaya Kendaraan	Rp/Trip	Rp 419.301
Total biaya bahan bakar	Rp/Trip	Rp 267.800
Unit Biaya	Rp / Trip	Rp 687.101
Tarif	Rp / Trip	Rp 908.876
	Rp/orang	Rp 60.591

Setelah mendapatkan biaya investasi, biaya operasional, dan biaya perjalanan per tahun kemudian hasil perhitungan tersebut ditambah dengan biaya tol pertrip dikarenakan Bandara Kualanamu melalui akses tol selanjutnya dibagi dengan kapasitas jumlah penumpang yang dapat diangkut. Hasil dari pembagian total biaya dengan jumlah penumpang itulah yang dapat disebut sebagai tarif yang berlaku, dan tarif untuk layanan

transportasi darat dari Bandara Kualanamu menuju Pelabuhan Ajibata sebesar Rp 60.591 yang dibulatkan menjadi Rp. 61.000 untuk per orang.

6) Matrik Tarif Transportasi Darat

Selanjutnya langkah-langkah perhitungan diatas dilakukan untuk mencari tarif angkutan darat dengan pilihan rute lainnya. Untuk perhitungan kendaraan mobil berkapasitas 4 orang sama seperti perhitungan minibus elf ini. Untuk hasil dari matriks yang lainnya akan dijabarkan pada lampiran. Berikut merupakan hasil tarif minibus elf yang dapat dilihat di matrik tarif dari titik wisata 1 ke titik lainnya, untuk table yang diblok hitam menandakan tempat asal wisata tidak melalui tempat tujuan wisata tersebut. Sehingga didapatkan hasil matriks sebagai berikut:

Tabel 5.15 Matrik Tarif Transportasi Darat

Tarif Minibus Elf (Trip/Orang)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Pusuk Buhit	Rp 16.000	Rp 16.000	Rp 10.000	Rp 14.000	Rp 15.000	Rp 7.000	Rp 10.000	Rp 4.000	Rp 10.000	Rp 87.000	Rp 37.000	Rp 8.000	Rp 16.000	Rp 14.000		
2. Sigale-gale	Rp 16.000	Rp	Rp 23.000	Rp 3.000	Rp 2.000	Rp 9.000	Rp 22.000	Rp 17.000	Rp 16.000	Rp 99.000	Rp 49.000	Rp 8.000	Rp 1.000	Rp 3.000		
3. Bukit Holbung	Rp 10.000	Rp 23.000	Rp	Rp 21.000	Rp 22.000	Rp 14.000	Rp 4.000	Rp 8.000	Rp 10.000	Rp 83.000	Rp 34.000	Rp 15.000	Rp 22.000	Rp 21.000		
4. Desa Ambarita	Rp 14.000	Rp 3.000	Rp 21.000	Rp	Rp 2.000	Rp 7.000	Rp 20.000	Rp 15.000	Rp 15.000	Rp 97.000	Rp 48.000	Rp 7.000	Rp 3.000	Rp 1.000		
5. Tuktuk	Rp 15.000	Rp 2.000	Rp 22.000	Rp 2.000	Rp	Rp 9.000	Rp 21.000	Rp 16.000	Rp 22.000	Rp 98.000	Rp 49.000	Rp 8.000	Rp 2.000	Rp 2.000		
6. Batu Hoda	Rp 7.000	Rp 9.000	Rp 14.000	Rp 7.000	Rp 9.000	Rp	Rp 13.000	Rp 8.000	Rp 14.000	Rp 91.000	Rp 41.000	Rp 2.000	Rp 9.000	Rp 7.000		
7. Air Terjun Efrata	Rp 10.000	Rp 22.000	Rp 4.000	Rp 20.000	Rp 21.000	Rp 13.000	Rp	Rp 7.000	Rp 2.000	Rp 79.000	Rp 29.000	Rp 14.000	Rp 21.000	Rp 20.000		
8. Aek Rangat Pangururan	Rp 4.000	Rp 17.000	Rp 8.000	Rp 15.000	Rp 16.000	Rp 8.000	Rp 7.000	Rp	Rp 8.000	Rp 85.000	Rp 35.000	Rp 9.000	Rp 16.000	Rp 15.000		
9. Menara Pandang Tele	Rp 10.000	Rp 16.000	Rp 10.000	Rp 15.000	Rp 22.000	Rp 14.000	Rp 2.000	Rp 8.000	Rp	Rp 77.000	Rp 28.000	Rp 15.000	Rp 22.000	Rp 21.000		
10. Bandara Kualanamu	Rp 87.000	Rp 99.000	Rp 83.000	Rp 97.000	Rp 98.000	Rp 91.000	Rp 79.000	Rp 85.000	Rp 77.000	Rp	Rp 93.000	Rp 61.000	Rp 60.000	Rp 92.000	Rp 60.000	Rp 61.000
11. Bandara Silangit	Rp 37.000	Rp 49.000	Rp 34.000	Rp 48.000	Rp 49.000	Rp 41.000	Rp 29.000	Rp 35.000	Rp 28.000	Rp 93.000	Rp	Rp 42.000	Rp 49.000	Rp 48.000	Rp 41.000	Rp 30.000
12. Pelabuhan Simanindo	Rp 8.000	Rp 8.000	Rp 15.000	Rp 7.000	Rp 8.000	Rp 2.000	Rp 14.000	Rp 9.000	Rp 15.000	Rp 61.000	Rp 42.000	Rp	Rp 8.000	Rp 6.000		
13. Pelabuhan Tomok	Rp 16.000	Rp 1.000	Rp 22.000	Rp 3.000	Rp 2.000	Rp 9.000	Rp 21.000	Rp 16.000	Rp 22.000	Rp 60.000	Rp 49.000	Rp 8.000	Rp	Rp 2.000		
14. Pelabuhan Ambarita	Rp 14.000	Rp 3.000	Rp 21.000	Rp 1.000	Rp 2.000	Rp 7.000	Rp 20.000	Rp 15.000	Rp 21.000	Rp 92.000	Rp 41.000	Rp 6.000	Rp 2.000	Rp		
15. Pelabuhan Tigaras										Rp 60.000	Rp 41.000					Rp 14.000
16. Pelabuhan Ajibata										Rp 61.000	Rp 30.000				Rp 14.000	

Pada transportasi darat ini, penulis juga menghitung biaya tarif yang dikenakan apabila wisatawan ingin meminjam kendaraan sendiri untuk menuju Danau Toba. Contoh kendaraan yang sewa yaitu minibus elf kapasitas 15 penumpang dengan rute Bandara Kualanamu menuju pusuk buhit

- 1) Menghitung tarif modal sewa

Tabel 5.16 Biaya Modal Sewa Kendaraan

Modal			
Biaya Sewa	=	Rp	700.000 mobil/12 jam
	=	Rp	1.400.000 mobil/hari
Makan Supir	=	Rp	75.000 mobil/hari
Biaya Overtime Supir	=	Rp	20.000 /Jam
Biaya tambahan untuk luar kota	=	Rp	50.000 /hari
Kapasitas 1 Kendaraan	=		15 orang
Total Biaya	=	Rp	1.525.000 /hari

Biaya sewa ini bersumber dari katalog sewa kendaraan. Dimana, biaya sewa yang dikenakan untuk sewa minibus elf sebesar Rp. 700.000/12 jam nya. Sehingga apabila meminjam dalam 24 jam atau sehari biaya yang disewakan sebesar Rp. 1.400.000/hari. Biasanya dalam meminjam kendaraan, pemilik kendaraan banyak yang tidak memperbolehkan peminjam menyetir sendiri kendaraan miliknya. Sehingga, dari pihak yang menyewakan kendaraan telah menyediakan sopir. Biaya sewa kendaraan ini sudah termasuk gaji sopir. Akan tetapi untuk biaya makan sopir dan overtime sopir ditanggung oleh penyewa.

- 2) Menghitung biaya operasional dan penentuan tarif

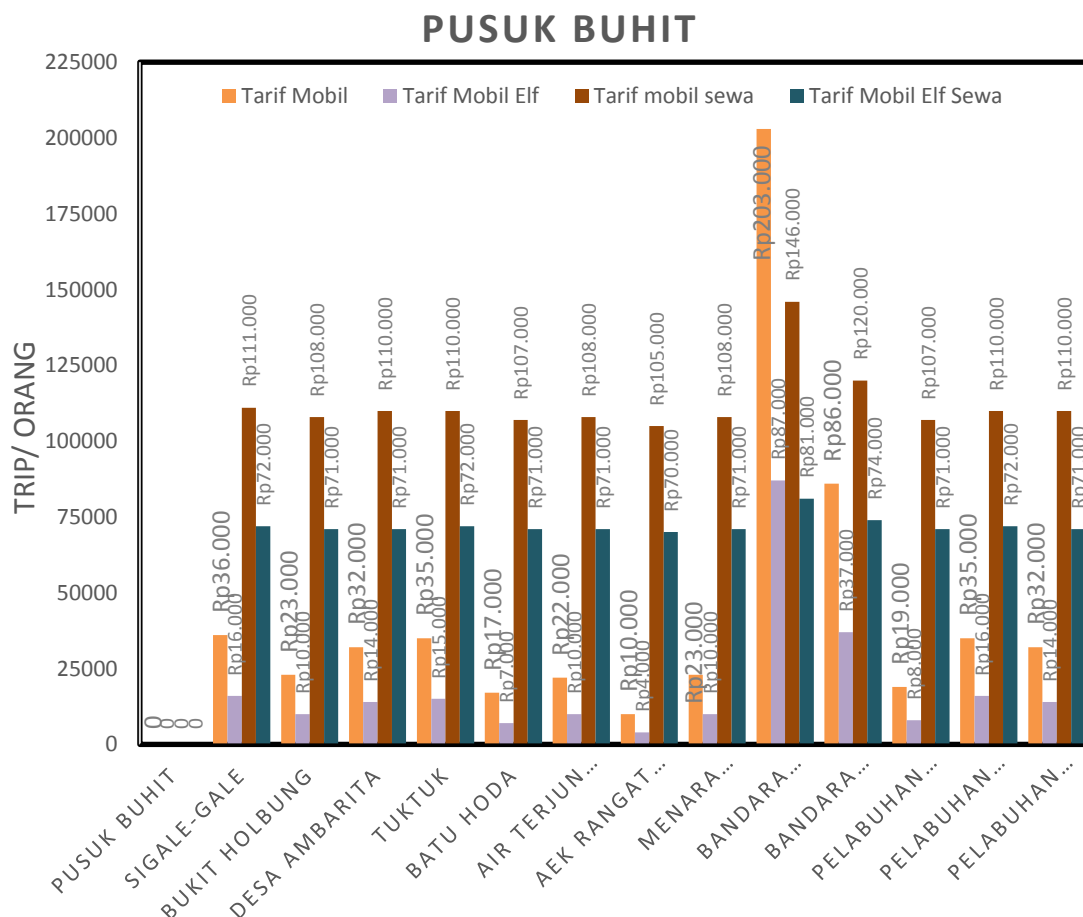
Biaya operasional yang digunakan yaitu biaya tol dan biaya bahan. Berikut contoh perhitungan biaya operasional.

Tabel 5.17 Biaya Operasional Dan Tarif Sewa

Operasional			
Jarak	=		234,0 Km
Kecepatan (Berangkat)	=		70 km/jam
Kecepatan (Pulang)	=		70 km/jam
Kecepatan Muat Penumpang	=		5 Menit
Kecepatan Bongkar	=		5 menit
Kemacetan	=		1 Jam
Waktu (PP)	=		7 Jam/mobil
Biaya Tol	=	Rp	11.500 mobil/trip
	=	Rp	23.000 mobil/RT
Biaya Operasional	=	Rp	11.500 mobil/trip

BAHAN BAKAR (Solar)			
<i>Konversi Bahan Bakar</i>			
1 Liter	=		3 km
1 Liter	=	Rp	5.150
Margin Kebutuhan BBM	=		10%
Kebutuhan BBM	=	Rp	401.700 /trip
Kebutuhan BBM+margin	=	Rp	441.870 /trip
Total Biaya	=	Rp	2.431.740 hari/RT
Unit Cost	=	Rp	221.067 orang/RT
	=	Rp	110.534 orang/trip

Setelah mendapatkan biaya modal, selanjutnya yaitu menghitung biaya operasional yang akan dikenakan. Biaya operasional mencakup biaya tol dan juga biaya bahan bakar yang dikeluarkan. Kemudian total biaya tersebut dibagi dengan jumlah kapasitas kendaraan tersebut. Maka, tarif yang dikenakan rute Bandara Kualanamu menuju pusuk buhit yaitu Rp 110.534/Orang atau dibulatkan menjadi Rp 111.000/Orang.



Gambar 5.15 Perbandingan Moda Transportasi Darat

Pada Gambar 5.15 dapat diketahui bahwa biaya paling mahal yaitu rute pusuk buhit ke Bandara Kualanamu. Bandara ini memang letaknya jauh dari Danau Toba karena lokasi bandara ini berada di Medan. Biaya paling rendah untuk mobil dan minibus elf yang terjadwal yaitu rute pusuk buhit ke aek rangat pangururan. Aek rangat pangururan ini berjarak 10,5 km dari pusuk buhit.

5.6.2 Transportasi Laut

Untuk tarif transportasi laut yang digunakan yaitu tarif yang sudah berlaku pada beberapa pelabuhan. Pelabuhan yang digunakan yaitu Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita, Pelabuhan Tigras – Pelabuhan Simanindo, dan Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok.

Tarif yang digunakan disini yaitu pembagian tarif yang dikenakan pada kendaraan darat dibagi kapasitas penumpang. Contoh perhitungan yang diambil yaitu menggunakan mobil dengan kapasitas 4 penumpang yang menyebrang melalui Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita. Tarif pelabuhan untuk mobil dikenakan Rp. 135.000/trip. Sehingga dari hasil pembagian tarif yang dikenakan di bagi dengan kapasitas penumpang menghasilkan Rp. 33.750 apabila dibulatkan menjadi Rp. 34.000 untuk per orang.

Berikut merupakan matrik tarif transportasi laut yang digunakan untuk menjadi tarif yang di kombinasikan dengan transportasi darat

Tabel 5.18 Matrik Tarif Transportasi Laut

	Pelabuhan Ajibata	Pelabuhan Tigras	Pelabuhan Simanindo	Pelabuhan Tomok	Pelabuhan Ambarita
Pelabuhan Ajibata	0	0	0	Rp 27.000	Rp 34.000
Pelabuhan Tigras	0	0	Rp 29.000	0	0
Pelabuhan Simanindo	0	Rp 29000	0	0	0
Pelabuhan Tomok	Rp 27.000	0	0	0	0
Pelabuhan Ambarita	Rp 34.000	0	0	0	0

5.6.3 Transportasi Udara

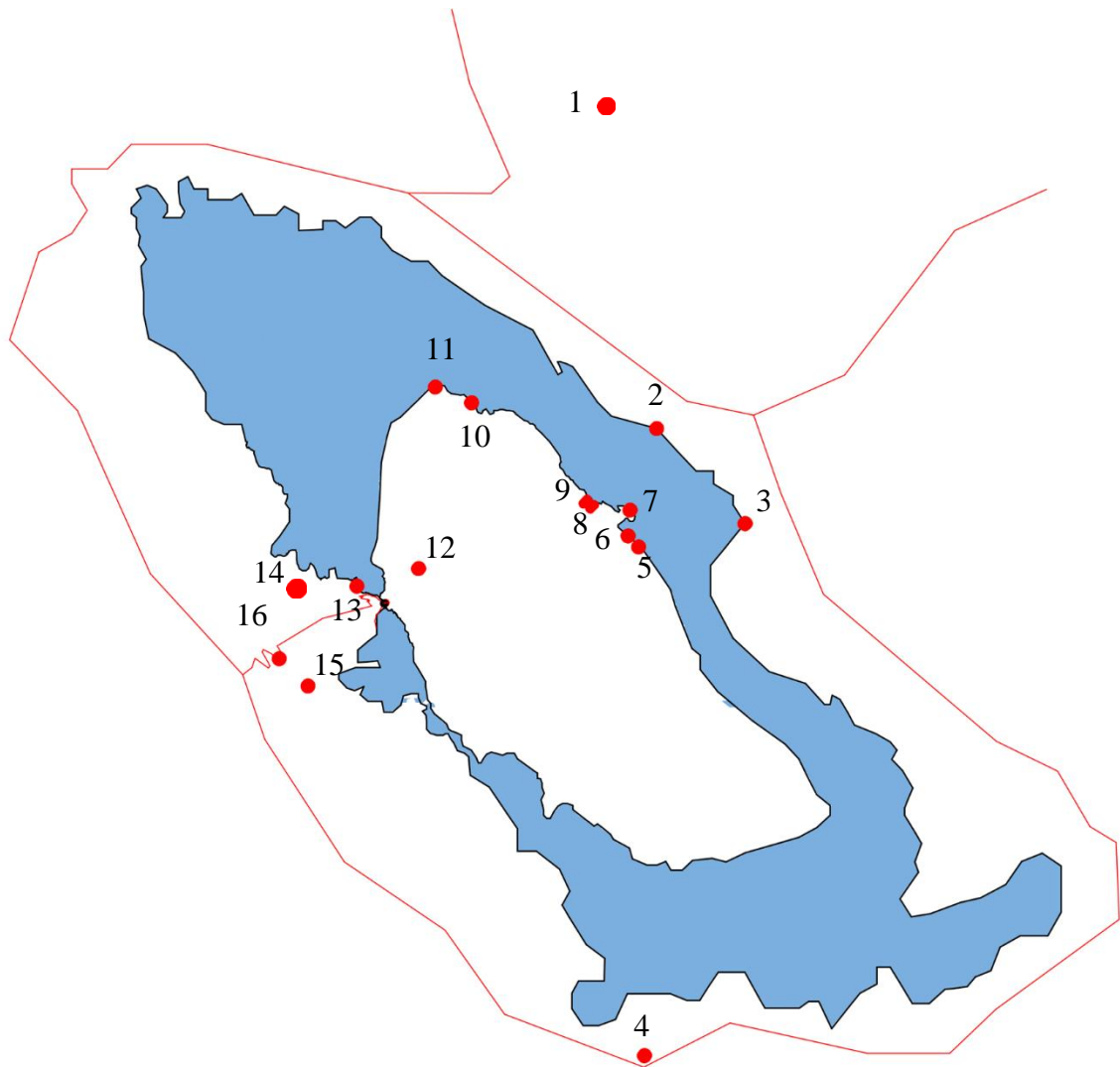
Dalam tugas akhir ini untuk rute transportasi udara yaitu dari Bandara Kualanamu dengan Bandara Silangit. Bandara Silangit merupakan bandara yang lebih dekat dengan Danau Toba. Apabila wisatawan tidak memiliki waktu banyak dan ingin lebih lama menghabiskan waktu liburannya di destinasi wisata daripada dijalan. Maka pilihan moda ini menjadi salah satu alternatifnya.

Tabel 5.19 Tarif Transportasi Udara

Asal	Tujuan	Jarak	Waktu Layanan	Tarif /Trip/Orang	
Bandara Kualanamu (Udara)	Bandara Silangit	250	50 Menit	Rp	515.000
Bandara Silangit	Bandara Kualanamu (Udara)	250	50 Menit	Rp	475.000

Tabel 5.19 merupakan tarif transportasi udara yang digunakan untuk dikombinasi dengan moda transportasi lainnya.

5.7 Perencanaan Skenario Rute Wisata Dan Kombinasi Moda Transportasi



Gambar 5.16 Peta Wisata di Pulau Samosir

Keterangan gambar:

1 = Bandara Kualanamu

9 = Tuk-tuk

2 = Pelabuhan Tigaras

10 = Pelabuhan Simanindo

3 = Pelabuhan Ajibata

11 = Batu Hoda

4 = Bandara Silangit

12 = Pusuk Buhit

5 = Tarian Sigale-gale

13 = Aek Rangat Pangururan

6 = Pelabuhan Tomok

14 = Bukit Holbung

7 = Pelabuhan Ambarita

15 = Air Terjun Efrata

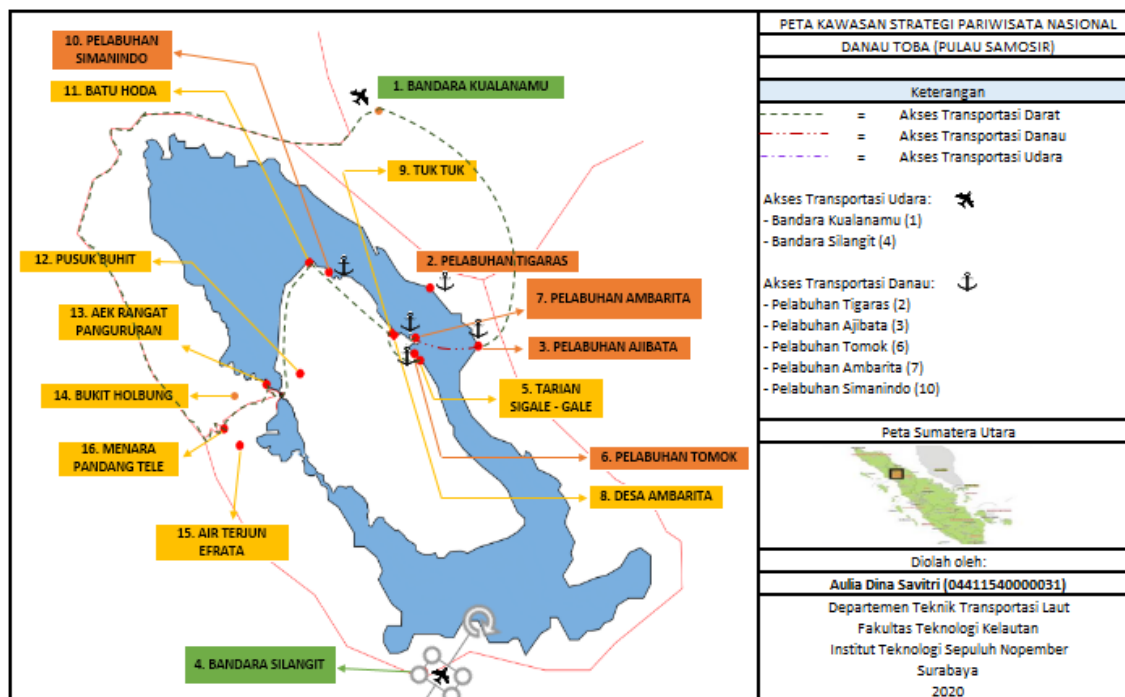
8 = Desa Ambarita

16 = Menara Pandang Tele

5.7.1 Skenario 1

Skenario 1 ini menggunakan moda transportasi yang digunakan hingga saat ini. Dari titik awal Bandara Kualanamu hingga destinasi wisata kemudian kembali lagi ke titik awal Bandara Kualanamu.

▪ Alternatif 1



Gambar 5.17 Rute Terpilih Skenario 1 Alternatif 1

Pada alternatif 1 ini yang digunakan yaitu rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita – Wisata 1 – Wisata 2 – Wisata 3 – Wisata 4 – Wisata 5 – Bandara Kualanamu. Dipilihnya rute ini dikarenakan Pelabuhan Ambarita merupakan pelabuhan baru yang menggunakan penyebrangan kapal Ro-ro. Moda transportasi yang digabungkan yaitu transportasi darat dan transportasi laut. Sehingga dalam skenario ini moda transportasi mobil dikombinasikan dengan kapal Ro-ro yang telah ada dan setelah menyebrang transportasi yang digunakan tetap mobil. Dalam perhitungan ini menggunakan penambahan dari tarif yang telah dihitung.

Tabel 5.20 Hasil Pembobotan Skenario 1 Alternatif 1

Rank	Tempat Wisata	Notasi	Total Bobot
1	Tarian Sigale-gale	5	650
2	Tuk-tuk	9	620
3	Batu Hoda	11	596
4	Aek Rangat Pangururan	13	592
5	Bukit Holbung	14	549
6	Menara Pandang Tele	16	461
7	Air Terjun Efrata	15	410
8	Desa Ambarita	8	329
9	Pusuk Buhit	12	293

Tabel 5.21 Skenario 1 Alternatif 1

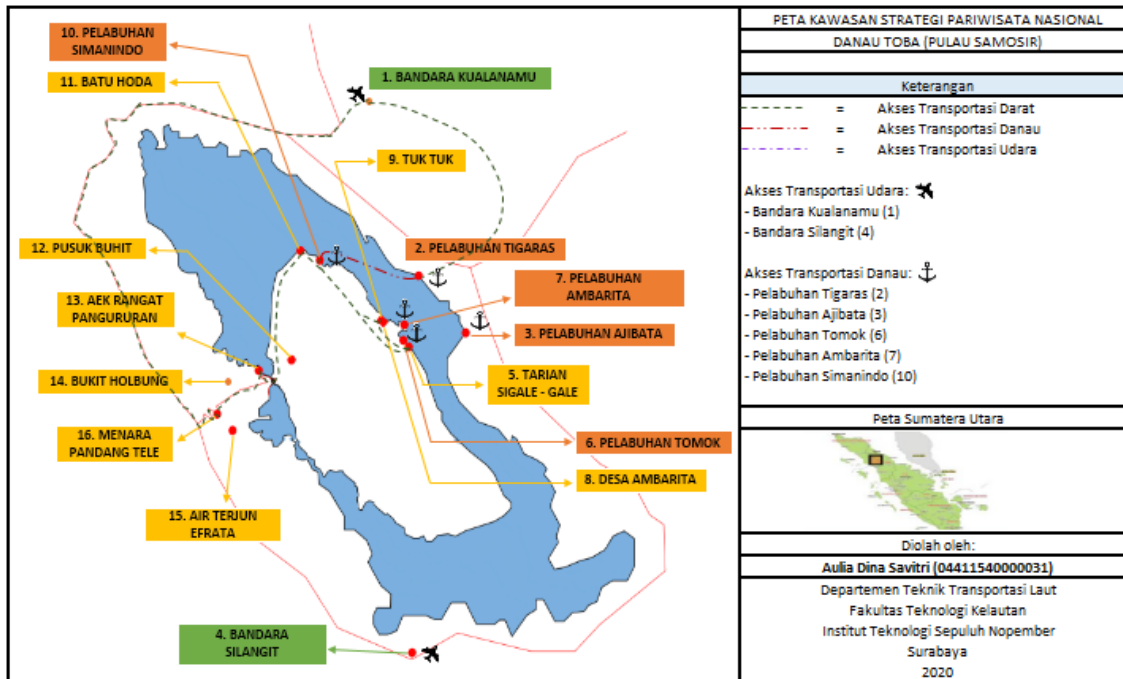
Rute	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Biaya
1-3-7-5-9-11-13-14-1	463	8 Jam 32 Menit	Rp 436.000,00
1-3-7-5-9-11-13-16-1	446	8 Jam 16 Menit	Rp 423.000,00
1-3-7-5-9-11-13-15-1	449	8 Jam 18 Menit	Rp 424.000,00
1-3-7-5-9-11-13-12-1	463	8 Jam 33 Menit	Rp 438.000,00
1-3-7-5-9-11-13-8-1	520	9 Jam 30 Menit	Rp 486.000,00

Keterangan rute pada tabel:

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1 = Bandara Kualanamu | 9 = Tuk-tuk |
| 2 = Pelabuhan Tigras | 10 = Pelabuhan Simanindo |
| 3 = Pelabuhan Ajibata | 11 = Batu Hoda |
| 4 = Bandara Silangit | 12 = Pusuk Buhit |
| 5 = Tarian Sigale-gale | 13 = Aek Rangat Pangururan |
| 6 = Pelabuhan Tomok | 14 = Bukit Holbung |
| 7 = Pelabuhan Ambarita | 15 = Air Terjun Efrata |
| 8 = Desa Ambarita | 16 = Menara Pandang Tele |

Dari Tabel 5.21 dapat dilihat bahwa rute yang menghasilkan biaya termurah dan waktu yang efektif yaitu pada rute 1-3-7-5-9-11-13-16-1 yang artinya rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita – Tarian Sigale-gale – Tuktuk – Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Kualanamu. Dengan biaya yang diperlukan Rp. 423.000, waktu tempuh 8 Jam 16 menit dan jarak tempuh 446 km.

- Alternatif 2



Gambar 5.18 Rute Terpilih Skenario 1 Alternatif 2

Pada alternatif 2 ini yang digunakan yaitu rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Tigaras – Pelabuhan Simanindo – Wisata 1 – Wisata 2 – Wisata 3 – Wisata 4 – Wisata 5 – Bandara Kualanamu. Dipilihnya rute ini dikarenakan Pelabuhan Simanindo masih menggunakan penyebrangan kapal LCT. Moda transportasi yang digabungkan yaitu transportasi darat dan transportasi laut. Sehingga dalam skenario ini moda transportasi mobil dikombinasikan dengan kapal LCT yang telah ada dan setelah menyebrang transportasi yang digunakan tetap mobil. Dalam perhitungan ini menggunakan penambahan dari tarif yang telah dihitung.

Tabel 5.22 Hasil Pembobotan Skenario 1 Alternatif 2

Rank	Tempat Wisata	Notasi	Total Bobot
1	Tarian Sigale-gale	5	650
2	Tuk-tuk	9	620
3	Batu Hoda	11	596
4	Aek Rangat Pangururan	13	592
5	Bukit Holbung	14	549
6	Menara Pandang Tele	16	461
7	Air Terjun Efrata	15	410
8	Desa Ambarita	8	329
9	Pusuk Buhit	12	293

Tabel 5.23 Skenario 1 Alternatif 2

Rute	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Biaya
1-2-10-5-9-11-13-14-1	470	8 Jam 13 Menit	Rp 440.000,00
1-2-10-5-9-11-13-16-1	453	7 Jam 57 Menit	Rp 427.000,00
1-2-10-5-9-11-13-15-1	456	7 Jam 59 Menit	Rp 428.000,00
1-2-10-5-9-11-13-12-1	470	8 Jam 14 Menit	Rp 442.000,00
1-2-10-5-9-11-13-8-1	527	9 Jam 21 Menit	Rp 490.000,00

Keterangan rute pada tabel:

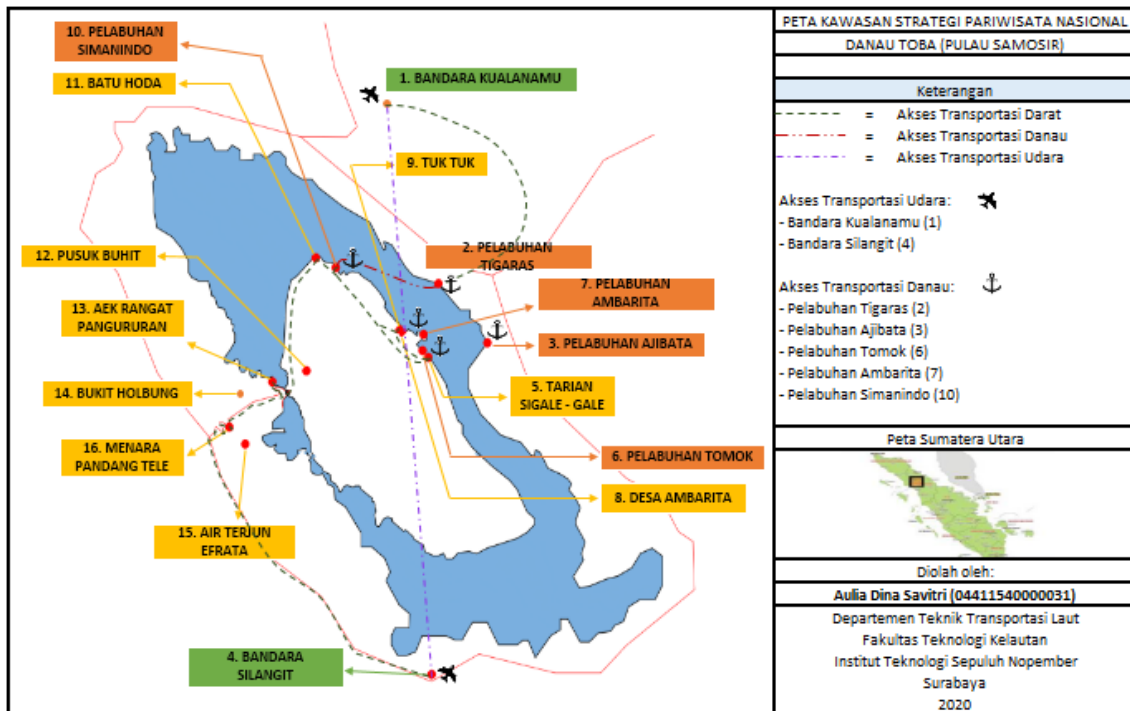
1 = Bandara Kualanamu	9 = Tuk-tuk
2 = Pelabuhan Tigaras	10 = Pelabuhan Simanindo
3 = Pelabuhan Ajibata	11 = Batu Hoda
4 = Bandara Silangit	12 = Pusuk Buhit
5 = Tarian Sigale-gale	13 = Aek Rangat Pangururan
6 = Pelabuhan Tomok	14 = Bukit Holbung
7 = Pelabuhan Ambarita	15 = Air Terjun Efrata
8 = Desa Ambarita	16 = Menara Pandang Tele

Dari Tabel 5.23 dapat dilihat bahwa rute yang menghasilkan biaya termurah dan waktu yang efektif yaitu pada rute 1-2-10-5-9-11-13-16-1 yang artinya rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Tigaras – Pelabuhan Simanindo – Tarian Sigale-gale – Tuktuk-Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Kualanamu. Dengan biaya yang diperlukan Rp. 427.000, waktu tempuh 7 Jam 57 menit dan jarak tempuh 453 km.

- Alternatif 3

Pada alternatif 3 ini yang digunakan yaitu rute Bandara Kualanamu – Bandara Silangit - Pelabuhan Tigaras – Pelabuhan Simanindo – Wisata 1 – Wisata 2 – Wisata 3 – Wisata 4 - Wisata 5 – Bandara Kualanamu. Dipilihnya rute ini dikarenakan biasanya untuk wisatawan yang tidak memiliki waktu banyak untuk berlibur setelah turun ke Bandara Kualanamu akan melanjutkan perjalanan dengan menggunakan Transportasi Udara tujuan Bandara Silangit untuk mempersingkat waktu. Bandara Silangit ini merupakan bandara yang letaknya lebih dekat menuju Danau Toba dibandingkan Bandara Kualanamu. Untuk penyebrangannya melalui Pelabuhan Simanindo yang masih menggunakan penyebrangan kapal LCT. Moda transportasi yang digabungkan yaitu transportasi udara, transportasi darat dan transportasi laut. Sehingga dalam skenario ini

moda transportasi pesawat, dikombinasikan dengan mobil dan kapal LCT yang telah ada. Setelah menyebrang transportasi yang digunakan tetap mobil.



Gambar 5.19 Rute Terpilih Skenario 1 Alternatif 3

Tabel 5.24 Hasil Pembobotan Skenario 1 Alternatif 3

Rank	Tempat Wisata	Notasi	Total Bobot
1	Tarian Sigale-gale	5	650
2	Tuk-tuk	9	620
3	Batu Hoda	11	596
4	Aek Rangat Pangururan	13	592
5	Bukit Holbung	14	549
6	Menara Pandang Tele	16	461
7	Air Terjun Efrata	15	410
8	Desa Ambarita	8	329
9	Pusuk Buhit	12	293

Tabel 5.25 Skenario 1 Alternatif 3

Rute	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Biaya
1-2-10-5-9-11-13-14-4-1	587	6 Jam 51 Menit	Rp 800.000,00
1-2-10-5-9-11-13-16-4-1	570	6 Jam 34 Menit	Rp 786.000,00
1-2-10-5-9-11-13-15-4-1	572	6 Jam 36 Menit	Rp 788.000,00
1-2-10-5-9-11-13-12-4-1	586	6 Jam 50 Menit	Rp 800.000,00
1-2-10-5-9-11-13-8-4-1	644	7 Jam 48 Menit	Rp 848.000,00

Keterangan rute pada tabel:

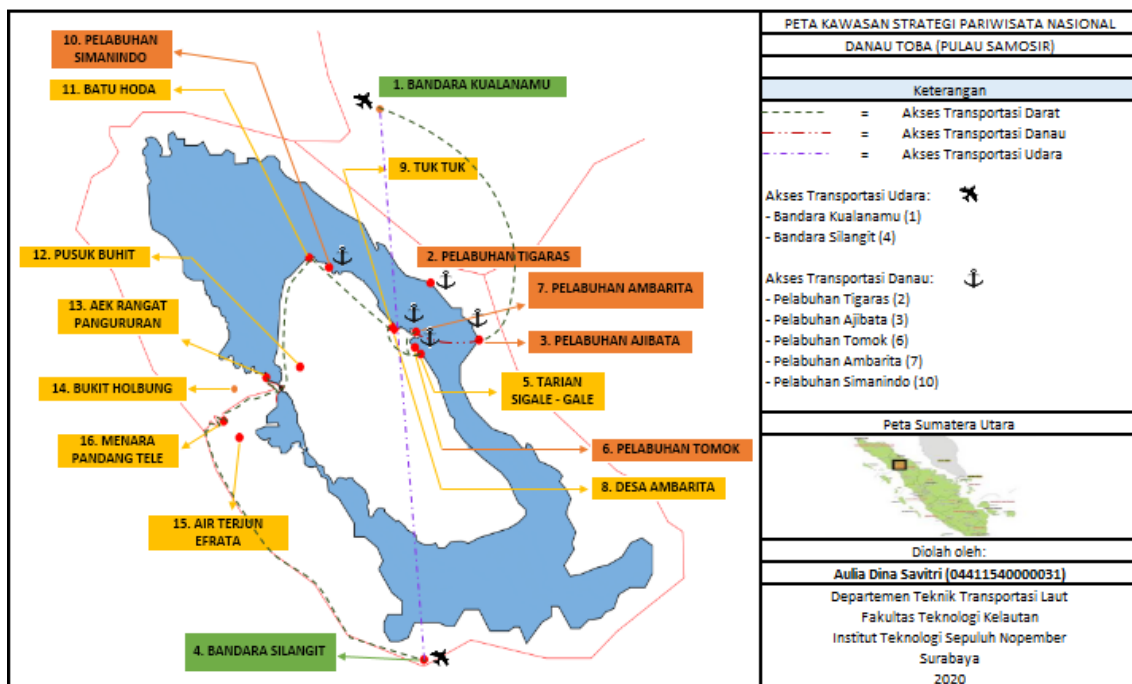
1 = Bandara Kualanamu

9 = Tuk-tuk

- 2 = Pelabuhan Tigaras
- 3 = Pelabuhan Ajibata
- 4 = Bandara Silangit
- 5 = Tarian Sigale-gale
- 6 = Pelabuhan Tomok
- 7 = Pelabuhan Ambarita
- 8 = Desa Ambarita
- 10 = Pelabuhan Simanindo
- 11 = Batu Hoda
- 12 = Pusuk Buhit
- 13 = Aek Rangat Pangururan
- 14 = Bukit Holbung
- 15 = Air Terjun Efrata
- 16 = Menara Pandang Tele

Dari Tabel 5.25 dapat dilihat bahwa rute yang menghasilkan biaya termurah dan waktu yang efektif yaitu pada rute 1-2-10-5-9-11-13-16-4-1 yang artinya rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Tigaras – Pelabuhan Simanindo – Tarian Sigale-gale – Tuktuk-Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Silangit - Kualanamu. Dengan biaya yang diperlukan Rp. 786.000, waktu tempuh 6 Jam 34 menit dan jarak tempuh 570 km.

▪ Alternatif 4



Gambar 5.20 Rute Terpilih Skenario 1 Alternatif 4

Pada alternatif 4 ini yang digunakan yaitu rute Bandara Kualanamu – Bandara Silangit - Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita – Wisata 1 – Wisata 2 – Wisata 3 – Wisata 4 - Wisata 5 – Bandara Kualanamu. Untuk penyebrangannya melalui Pelabuhan Ambarita yang menggunakan penyebrangan kapal Ro-ro baru. Moda transportasi yang digabungkan yaitu transportasi udara, transportasi darat dan transportasi laut. Sehingga

dalam skenario ini moda transportasi pesawat, dikombinasikan dengan mobil dan kapal Ro-ro yang telah ada. Setelah menyebrang transportasi yang digunakan tetap mobil.

Tabel 5.26 Hasil Pembobotan Skenario 1 Alternatif 4

Rank	Tempat Wisata	Notasi	Total Bobot
1	Tarian Sigale-gale	5	650
2	Tuk-tuk	9	620
3	Batu Hoda	11	596
4	Aek Rangat Pangururan	13	592
5	Bukit Holbung	14	549
6	Menara Pandang Tele	16	461
7	Air Terjun Efrata	15	410
8	Desa Ambarita	8	329
9	Pusuk Buhit	12	293

Tabel 5.27 Skenario 1 Alternatif 4

Rute	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Biaya
1-3-7-5-9-11-13-14-4-1	580	7 Jam 10 Menit	Rp 796.000,00
1-3-7-5-9-11-13-16-4-1	563	6 Jam 53 Menit	Rp 782.000,00
1-3-7-5-9-11-13-15-4-1	565	6 Jam 55 Menit	Rp 784.000,00
1-3-7-5-9-11-13-12-4-1	579	7 Jam 9 Menit	Rp 796.000,00
1-3-7-5-9-11-13-8-4-1	637	8 Jam 7 Menit	Rp 844.000,00

Keterangan rute pada tabel:

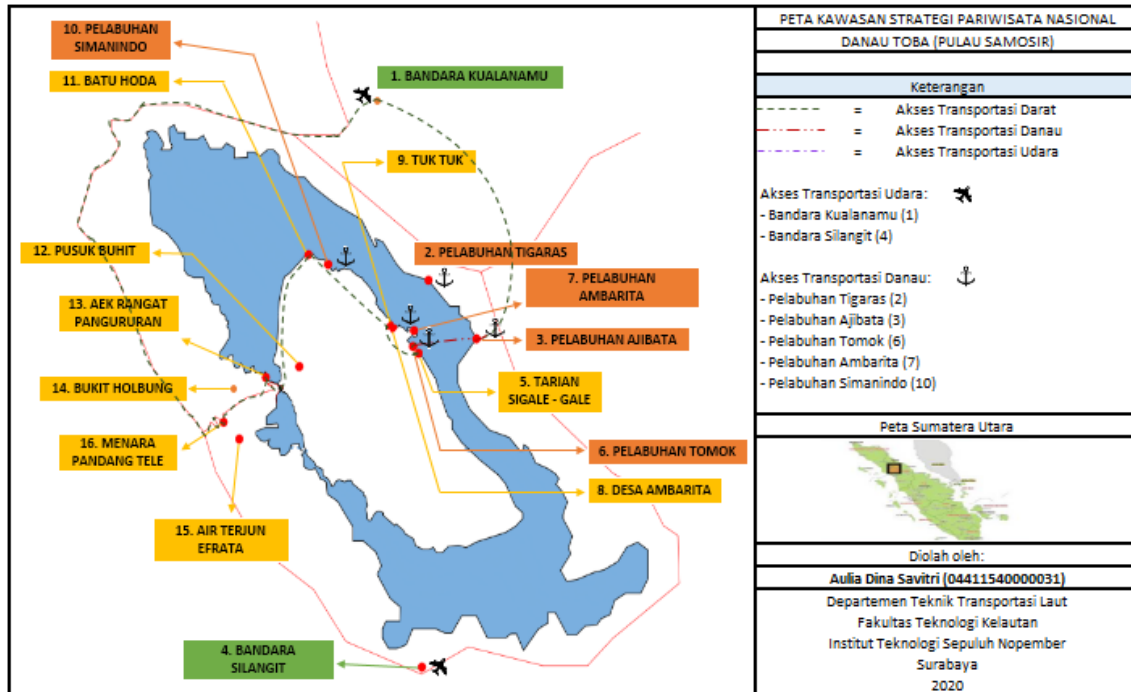
- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1 = Bandara Kualanamu | 9 = Tuk-tuk |
| 2 = Pelabuhan Tigras | 10 = Pelabuhan Simanindo |
| 3 = Pelabuhan Ajibata | 11 = Batu Hoda |
| 4 = Bandara Silangit | 12 = Pusuk Buhit |
| 5 = Tarian Sigale-gale | 13 = Aek Rangat Pangururan |
| 6 = Pelabuhan Tomok | 14 = Bukit Holbung |
| 7 = Pelabuhan Ambarita | 15 = Air Terjun Efrata |
| 8 = Desa Ambarita | 16 = Menara Pandang Tele |

Dari Tabel 5.27 dapat dilihat bahwa rute yang menghasilkan biaya termurah dan waktu yang efektif yaitu pada rute 1-3-7-5-9-11-13-16-4-1 yang artinya rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Ambarita – Tarian Sigale-gale – Tuktuk-Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Silangit - Kualanamu. Dengan biaya yang diperlukan Rp. 782.000, waktu tempuh 6 Jam 53 menit dan jarak tempuh 563 km.

5.7.2 Skenario 2

Pada skenario 2 ini yang digunakan yaitu menggunakan moda transportasi laut baru yang didesain penulis.

- Alternatif 1



Gambar 5.21 Rute Terpilih Skenario 2 Alternatif 1

Pada alternatif 1 ini yang digunakan yaitu rute Bandara Kualanamu - Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Wisata 1 – Wisata 2 – Wisata 3 – Wisata 4 – Wisata 5 – Bandara Kualanamu. Untuk penyebrangannya melalui Pelabuhan Tomok yang menggunakan penyebrangan kapal Ro-ro yang akan penulis desain. Moda transportasi yang digabungkan yaitu transportasi darat dan transportasi laut. Sehingga dalam skenario ini moda transportasi mobil dikombinasikan dengan kapal Ro-ro yang akan didesain. Setelah menyebrang transportasi yang digunakan tetap mobil. Dalam perhitungan ini menggunakan penambahan dari tarif yang telah dihitung. Untuk hasil perhitungan kombinasi lainnya dilampirkan pada lampiran.

Tabel 5.28 Hasil Pembobotan Skenario 2 Alternatif 1

Rank	Tempat Wisata	Notasi	Total Bobot
1	Tarian Sigale-gale	5	650
2	Tuk-tuk	9	620
3	Batu Hoda	11	596
4	Aek Rangat Pangururan	13	592
5	Bukit Holbung	14	549
6	Menara Pandang Tele	16	461

Rank	Tempat Wisata	Notasi	Total Bobot
7	Air Terjun Efrata	15	410
8	Desa Ambarita	8	329
9	Pusuk Buhit	12	293

Tabel 5.29 Skenario 2 Alternatif 1

Rute	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Biaya
1-3-6-5-9-11-13-14-1	458	7 Jam 27 Menit	Rp 425.000,00
1-3-6-5-9-11-13-16-1	441	7 Jam 11 Menit	Rp 412.000,00
1-3-6-5-9-11-13-15-1	444	7 Jam 13 Menit	Rp 413.000,00
1-3-6-5-9-11-13-12-1	458	7 Jam 28 Menit	Rp 427.000,00
1-3-6-5-9-11-13-8-1	515	8 Jam 25 Menit	Rp 475.000,00

Keterangan rute pada tabel:

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1 = Bandara Kualanamu | 9 = Tuk-tuk |
| 2 = Pelabuhan Tigaras | 10 = Pelabuhan Simanindo |
| 3 = Pelabuhan Ajibata | 11 = Batu Hoda |
| 4 = Bandara Silangit | 12 = Pusuk Buhit |
| 5 = Tarian Sigale-gale | 13 = Aek Rangat Pangururan |
| 6 = Pelabuhan Tomok | 14 = Bukit Holbung |
| 7 = Pelabuhan Ambarita | 15 = Air Terjun Efrata |
| 8 = Desa Ambarita | 16 = Menara Pandang Tele |

Dari Tabel 5.29 dapat dilihat bahwa rute yang menghasilkan biaya termurah dan waktu yang efektif yaitu pada rute 1-3-6-5-9-11-13-16-1 yang artinya rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuktuk-Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele - Kualanamu. Dengan biaya yang diperlukan Rp. 412.000, waktu tempuh 7 Jam 11 menit dan jarak tempuh 570 km

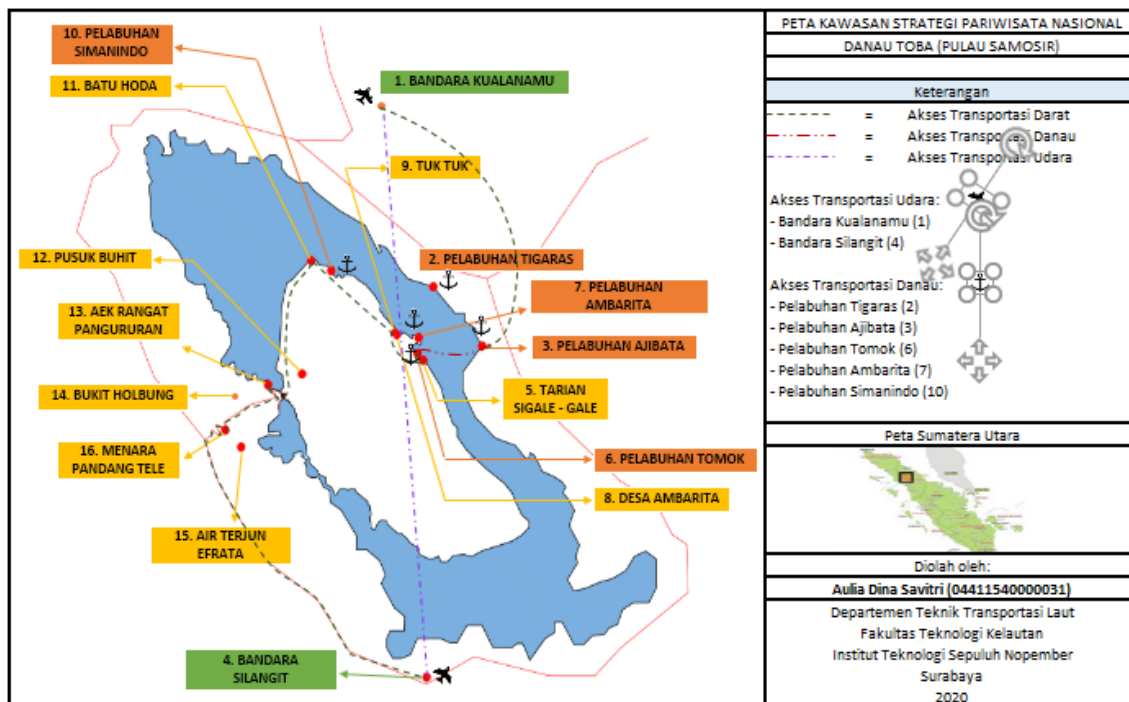
- Alternatif 2

Tabel 5.30 Hasil Pembobotan Skenario 2 Alternatif 2

Rank	Tempat Wisata	Notasi	Total Bobot
1	Tarian Sigale-gale	5	650
2	Tuk-tuk	9	620
3	Batu Hoda	11	596
4	Aek Rangat Pangururan	13	592
5	Bukit Holbung	14	549
6	Menara Pandang Tele	16	461
7	Air Terjun Efrata	15	410

Rank	Tempat Wisata	Notasi	Total Bobot
8	Desa Ambarita	8	329
9	Pusuk Buhit	12	293

Pada skenario 2 alternatif 2 ini yang digunakan yaitu rute Bandara Kualanamu - Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Wisata 1 – Wisata 2 – Wisata 3 – Wisata 4 – Wisata 5 – Bandara Silangit - Bandara Kualanamu. Untuk penyebrangannya melalui Pelabuhan Tomok yang menggunakan penyebrangan kapal Ro-ro yang akan penulis desain. Moda transportasi yang digabungkan yaitu transportasi darat, transportasi laut, transportasi udara. Sehingga dalam skenario ini moda transportasi mobil dikombinasikan dengan kapal Ro-ro yang akan didesain. Setelah menyebrang transportasi yang digunakan tetap mobil dan kembali ke titik awal dengan menggunakan pesawat di rute bandara kualanamu. Dalam perhitungan ini menggunakan penambahan dari tarif yang telah dihitung. Untuk hasil perhitungan kombinasi lainnya dilampirkan pada lampiran.



Gambar 5.22 Rute Terpilih Skenario 2 Alternatif 2

Tabel 5.31 Skenario 2 Alternatif 2

Rute	Jarak (Km)	Waktu Tempuh	Biaya
1-3-6-5-9-11-13-14-4-1	575	6 Jam 5 Menit	Rp 785.000,00
1-3-6-5-9-11-13-16-4-1	558	5 Jam 48 Menit	Rp 771.000,00
1-3-6-5-9-11-13-15-4-1	560	5 Jam 50 Menit	Rp 773.000,00
1-3-6-5-9-11-13-12-4-1	574	6 Jam 4 Menit	Rp 785.000,00
1-3-6-5-9-11-13-8-4-1	632	7 Jam 2 Menit	Rp 833.000,00

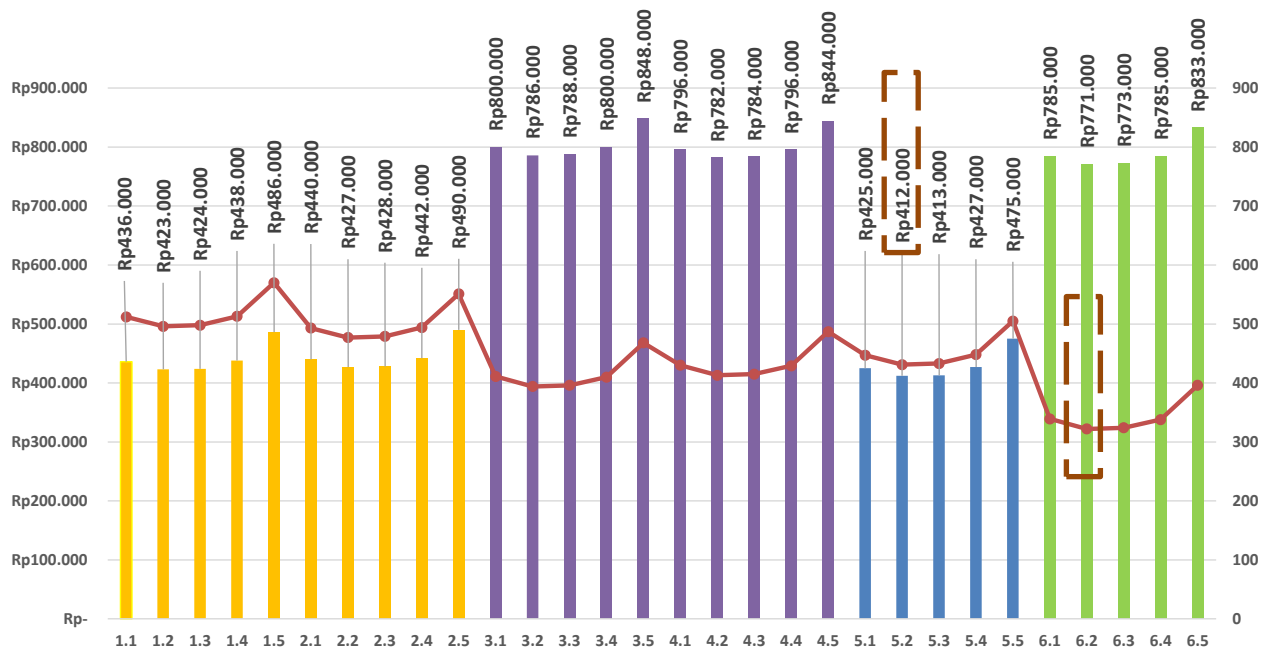
Keterangan rute pada tabel:

- 1 = Bandara Kualanamu
- 2 = Pelabuhan Tigras
- 3 = Pelabuhan Ajibata
- 4 = Bandara Silangit
- 5 = Tarian Sigale-gale
- 6 = Pelabuhan Tomok
- 7 = Pelabuhan Ambarita
- 8 = Desa Ambarita

- 9 = Tuk-tuk
- 10 = Pelabuhan Simanindo
- 11 = Batu Hoda
- 12 = Pusuk Buhit
- 13 = Aek Rangat Pangururan
- 14 = Bukit Holbung
- 15 = Air Terjun Efrata
- 16 = Menara Pandang Tele

Dari Tabel 5.31 dapat dilihat bahwa rute yang menghasilkan biaya termurah dan waktu yang efektif yaitu pada rute 1-3-6-5-9-11-13-16-4-1 yang artinya rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuktuk - Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Silangit - Kualanamu. Dengan biaya yang diperlukan Rp. 771.000, waktu tempuh 5 Jam 48 menit dan jarak tempuh 558 km.



5.7.3 Perbandingan Tiap Skenario



Gambar 5.23 Perbandingan Tiap Skenario dan Tiap Alternatif

Keterangan grafik:

- = Moda transportasi yang digunakan transportasi darat + laut + darat
- = Moda transportasi yang digunakan transportasi darat + laut + darat + udara

-  = Moda transportasi yang digunakan transportasi darat + laut (desain baru) + darat.
-  = Moda transportasi yang digunakan transportasi darat + laut (desain baru) + darat + udara.

Dari perbandingan grafik Gambar 5.23, maka di dapatkan hasil untuk biaya termurah terdapat pada grafik Gambar 5.21 yang artinya yaitu skenario 2 alternatif 1 pada rute ke 2. Skenario 2 alternatif 1 rute 2 ini ada pada rute 1-3-6-5-9-11-13-16-1 yang artinya rute tersebut dengan titik awal Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuk-tuk - Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Kualanamu. Dengan moda transportasi yang digunakan yaitu transportasi darat dan transportasi laut untuk kapal baru yang didesain. Biaya yang dihasilkan yaitu Rp. 412.000, jarak tempuh yaitu 441 km dan waktu tempuh 7 Jam 11 Menit.

Dan untuk waktu yang efektif terdapat pada grafik Gambar 5.22 yang artinya yaitu skenario 2 alternatif 2 pada rute ke 2. Skenario 2 alternatif 2 rute 2 ini ada pada rute 1-3-6-5-9-11-13-16-4-1 yang artinya rute tersebut dengan titik awal Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuk-tuk - Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Silangit - Bandara Kualanamu. Dengan moda transportasi yang digunakan yaitu transportasi darat, transportasi laut untuk kapal baru yang didesain dan transportasi udara. Waktu yang dihasilkan yaitu 5 jam 48 menit, jarak tempuh yaitu 558 km dan biaya yang dihasilkan Rp 771.000.

5.8 Perencanaan Kapal Baru

Berdasarkan hasil survei 67% dari 100 responden yang mengisi kuisisioner pada sub-bab 5.4.2 menyatakan bahwa kapal yang sudah beroperasi memerlukan pembenahan pada kapal tersebut karena dirasa kapal tersebut kurang layak digunakan. Berdasarkan diskusi dengan Kadishub dan pemerintah yang ada, sebenarnya membutuhkan kapal baru yang lebih layak dan bersertifikat.

Saat survei penulis baru mengetahui apabila kapal ini telah bersertifikat mati yang kurang layak untuk dioperasikan lagi. Menurut Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.885/AP.005/DRJD/2015 oleh Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, kapal *Landing Craft Tank* (LCT) dilarang beroperasi sebagai angkutan penyeberangan karena fungsi dibangunnya kapal LCT bukan untuk mengangkut penumpang. Menyadari bahwa ada peraturan pemerintah

tentang larangan kapal LCT beroperasi yang berkaitan mengenai pelayaran keselamatan, yang mengharuskan untuk menjadi tipe lain sebagai sarana alat transportasi laut. Modifikasi yang paling memungkinkan yaitu merubah jenis kapal LCT menjadi jenis kapal ferry dan dalam perencanaan modifikasi harus mematuhi peraturan yang berlaku, agar kapal tersebut bisa beroperasi kembali dan mendapatkan keuntungan bagi owner (pemilik kapal) tersebut. Sehingga dalam tugas akhir ini penulis mendesain kapal baru yaitu kapal Ro-ro.

Dalam mendesain kapal baru, harus diketahui terlebih dahulu demand yang dibutuhkan. Pada perencanaan kapal ini, rute yang digunakan yaitu Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok. Penulis mengasumsikan pelabuhan ini memerlukan pembenahan dalam desain kapal, dikarenakan kapal yang sudah beroperasi saat ini masih menggunakan kapal LCT.

5.8.1 Permintaan

Untuk permintaan ini dilihat dari hasil proyeksi pengguna pelabuhan yang telah pada subbab 5.4.2. Penulis telah menghitung proyeksi jumlah pengguna Pelabuhan Ajibata dan Pelabuhan Tomok. Proyeksi yang digunakan ini sampai tahun 2039.

Tabel 5.32 Demand Kapal Baru

	Proyeksi jumlah pengguna pelabuhan tahun 2039
Pelabuhan Ajibata	371.439 Orang
Pelabuhan Tomok	393.876 Orang

Dapat dilihat dari tabel diatas permintaan pengguna pelabuhan terbanyak ada pada Pelabuhan Tomok. Pelabuhan Tomok merupakan salah satu pintu masuk teramai untuk menuju Pulau Samosir. Sehingga penulis menggunakan demand Pelabuhan Tomok sebagai demand untuk kapal baru. Demand ini nantinya akan di bagi dengan frekuensi per tahun. Agar mendapatkan seberapa besar demand side untuk muatan kapal baru dalam satu kali trip.

5.8.2 Asumsi Operasional Kapal

OPERATIONAL ASSUMPTION		
Lintasan	Ajibata-Tomok	
Vs	<i>knot</i>	9
Jarak	<i>Nm</i>	6,5
Total Distance	<i>Nm/R.Trip</i>	13

OPERATIONAL ASSUMPTION		
Idle Time	<i>Jam/ R.trip</i>	0
Waiting Time	<i>Jam/ R.trip</i>	0,56
Sea Time	<i>Jam/ R.trip</i>	1,44
Total Port Time	<i>Jam/ R.trip</i>	1,00
TOTAL TIME	<i>Jam/R.trip</i>	3
Jam Operasional	<i>Mulai jam</i>	06.00
	<i>Selesai jam</i>	21.00
TOTAL TIME	<i>Jam/Hari</i>	15
Frekuensi maks.	<i>R.Trip/Hari</i>	5
	<i>R.Trip/Tahun</i>	1650
	Trip/Tahun	3330

Untuk asumsi diatas digunakan saat menghitung semua komponen kapal, biaya dan berserta operasionalnya. Penulis mengasumsikan kapal Ro-ro yang akan dibangun memiliki jam operasional penyebrangan, kapal ini tidak dioperasikan 24 jam. Operasi kapal ini dimulai dari jam 06.00 sampai jam 21.00 sehingga kapal ini hanya beroperasi 15 jam. Untuk waktu tunggu kapal yang dimaksud yaitu apabila kapal menurunkan kecepatan saat akan sandar. Dan total waktu dalam 1 kali roundtrip yaitu 3 jam. Menghitung frekuensi yang digunakan dengan cara lama kapal dioperasikan dalam 1 hari dibagi dengan total waktu dalam 1 kali roundtrip maka akan didapatkan 5 kali roundtrip dalam sehari.

5.8.3 Jumlah Muatan

Tabel 5.33 Jumlah Muatan Kapal Baru

Muatan		Jumlah	Satuan Produksi	Bobot	
			SUP	Berat (ton)	
	Penumpang	128	1,00	0,125	16,00
Gol IV A	Mobil (L<=5m) + penumpang	12	32,09	1,5	18
Gol IV B	Mobil (L<=5m) (kend barang dan muatan)	2	33,26	2	4
Gol V A	Bus, Truk (L<=7m) + penumpang	4	60,48	8	32
Total			822		70,0

Nilai pada Tabel 5.33 didapatkan dari jumlah permintaan penumpang selama 1 (satu) tahun dibagi dengan frekuensi kapal yang beroperasi dalam setahun. Jumlah

permintaan yaitu 128 penumpang, 12 mobil., 2 pickup, 4 truk. Untuk kendaraan ini penulis menggunakan asumsi kondisi saat survey dikarenakan tidak adanya pencatatan untuk kendaraan.

5.8.4 Model Optimasi

Pada kasus perencanaan penyeberangan dengan menggunakan kapal ferry ro-ro di Danau Toba ini dibutuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan ukuran kapal baru yang terpilih sesuai dengan kriteria optimasi yang diharapkan yaitu berdasarkan biaya unit cost yang minimum. Kriteria biaya unit cost yang minimum ini digunakan karena hal ini secara langsung berkaitan dengan keputusan untuk memilih ukuran kapal baru. Dalam optimasi terdapat tiga komponen utama yaitu, objective function, decision variable dan constraint. Pada pengerjaan penelitian ini alat yang digunakan untuk optimasi adalah software solver Microsoft Excel, dimana untuk komponen- komponen optimasi adalah sebagai berikut:

- a. *Objective function* : minimum unit cost
- b. *Decision variable* : LPP, B, H dan T
- c. *Constraint* :

$$LPP_{Min} \leq LPP_{Hasil} \leq LPP_{Maks}$$

$$B_{Min} \leq B_{Hasil} \leq B_{Maks}$$

$$H_{Min} \leq H_{Hasil} \leq H_{Maks}$$

$$T_{Min} \leq T_{Hasil} \leq T_{Maks}$$

$$\frac{L}{B}_{Min} \leq \frac{L}{B}_{Hasil} \leq \frac{L}{B}_{Maks}$$

$$\frac{B}{T}_{Min} \leq \frac{B}{T}_{Hasil} \leq \frac{B}{T}_{Maks}$$

$$\frac{L}{T}_{Min} \leq \frac{L}{T}_{Hasil} \leq \frac{L}{T}_{Maks}$$

$$Fn_{Min} \leq Fn_{Hasil} \leq Fn_{Maks}$$

$$\frac{T}{H}_{Min} \leq \frac{T}{H}_{Hasil}$$

$$Displacemen_{Min} \leq Displacemen_{Hasil}$$

$$Stabilitas_{Min} \leq Stabilitas_{Hasil}$$

$$Freeboard_{Min} \leq Freeboard_{Hasil}$$

$$Vol. Ruang Muat - Vol. Muatan_{Min} \leq Vol. Ruang Muat - Vol. Muatan_{Hasil}$$

$$Displacemen - Berat Kapal_{Min} \leq Displacemen - Berat Kapal_{Hasil}$$

$$Berat Kapal \leq Displacemen$$

5.8.5 Hasil Optimasi

Ukuran utama hasil optimasi berdasarkan kriteria batasan pada subbab 5.8.4 Didapatkan spesifikasi ukuran utama kapal ferry Ro-ro meliputi, payload, deadweight ton, panjang, lebar, tinggi, sarat kapal yang memenuhi untuk rute Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok:

Tabel 5.34 Hasil Optimasi

Decision Variable			
Total Cost	Rp/tahun	Rp	8.793.635.697
Unit Cost (SUP)	Rp/SUP	Rp	3.406

Variabel					
Ukuran Utama	Satuan	Batas bawah	nilai	Batas Atas	
Lpp	m	34	34,76	50	
B	m	10	10,00	15	
H	m	3,9	3,90	4	
T	m	2	2,90	2,9	

Constrain					
Ukuran Utama	Satuan	Batas bawah	nilai	Batas Atas	Keterangan
L/B	m	2,80	3,48	10,00	OK
B/T	m	1,80	3,4	6,00	OK
L/T	m	10,00	11,99	30,00	OK
T/H	m	0,60	0,74	-	OK

Stabilitas					
Kriteria IMO		Batas bawah	nilai		Keterangan
$e_{0,30}^{\circ}$		0,055	0,197		Accepted
$e_{0,40}^{\circ}$		0,09	0,171		Accepted
$e_{30,40}^{\circ}$		0,03	0,031		Accepted
h_{30}°		0,2	3,8		Accepted
ϕ_{max}		25	29,2		Accepted
GM^0		0,15	1,95		Accepted

6. Freebord					
H-T	m	0,31	1,00		Accepted

Ruang Muat dan Volume Muatan		10,7%	15%		Accepted
Selisih Disp dan Berat Kapal	610,27	622,49			Accepted

Tabel 5.35 Ukuran Utama Kapal Baru

Payload (ton)	DWT (ton)	LPP (m)	B (m)	H (m)	T (m)
133,38	136,937	34,76	10	3,90	2,90

Tabel 5.35 menunjukkan hasil optimasi yang dilakukan dengan cara pada subbab 5.8.4 dengan tujuan minimum biaya satuan yang terpilih adalah kapal dengan ukuran panjang (Lpp) 34,76 meter, lebar (B) 10 meter, tinggi (H) 3,90 meter, serta sarat kapal (T) sebesar 2,90 meter dengan payload sebesar 133,38 ton, dan dead weight ton sebesar 136,937 ton. Setelah mengetahui ukuran kapal yang terpilih, dilakukan perhitungan komponen biaya yang meliputi biaya modal, biaya investasi, biaya operasional, biaya

pelayaran, biaya bongkar muat dan biaya pelabuhan. Hasil perhitungan biaya akan penulis dibahas pada sub bab di bawah ini. Biaya transportasi laut digunakan dalam analisis ini untuk mengetahui unit biaya (Rp/SUP) dari kapal yang melalui rute yang dilayani Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok.

a) Biaya Modal (*Capital Cost*)

Biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan armada, dalam hal ini pengadaan kapal dengan membangun baru. Komponen bangun kapal baru yaitu plat untuk konstruksi, permesinan dan peralatan. Biaya modal (capital cost) yang dibutuhkan untuk pembuatan kapal pada rute Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok sebagai berikut:

Tabel 5.36 Biaya Modal Kapal Baru

Komponen	Nilai	Satuan
Berat Plat	315,40	<i>ton</i>
Berat Peralatan	136,54	<i>ton</i>
Berat Permesinan	21,39	<i>ton</i>
Harga Plat	2.852,07	<i>\$/ton</i>
Harga Peralatan	11.018,29	<i>\$/ton</i>
Harga Permesinan	14.770,59	<i>\$/ton</i>
Biaya Plat	899.545,10	<i>\$</i>
Biaya Peralatan	1.504.467,81	<i>\$</i>
Biaya Permesinan	315.947,88	<i>\$</i>
Biaya Non Berat	10,00	<i>% dari biaya</i>
	271.996,08	<i>\$</i>
Kurs Dollar	14.006,00	<i>/ \$</i>
Total Biaya	2.973.705,9	<i>\$</i>
	41.649,73	<i>Jt-Rp</i>

Tabel 5.36 menunjukkan biaya modal untuk pembuatan kapal baru pada rute port to port dimana berat plat untuk konstruksi sebesar 315,4 ton sehingga biaya untuk plat sebesar \$ 899.545,10 , berat peralatan (outfit) 136,54 ton sehingga biaya peralatan sebesar \$ 1.504.467,81 sedangkan berat permesinan sebesar 21,39 ton dengan estimasi biaya permesinan \$ 315.947,88. Maka biaya total untuk kapital sebesar \$ 2.973.705,9 dikalikan dengan kurs dollar sehingga di dapatkan Rp. 41.649.730.000.

b) Biaya Operasional (*Operating Cost*)

Biaya Operasional (Operational cost) adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Komponen dari biaya operasional yaitu gaji crew, perbekalan dan minyak pelumas, air tawar, perbaikan dan perawatan, asuransi, dan biaya kantor. Biaya operasional (operating cost) yang dibutuhkan untuk pembuatan kapal pada rute ini, sebagai berikut:

Tabel 5.37 Biaya Operasional Kapal Baru

Biaya Operasional Kapal			
Gaji Kru		Rp 271.628	Orang/Hari
Jumlah Kru	=	10,00	Orang
Total Gaji Kru	=	2.716.280,00	Rp/Hari
		896.372.400,00	Rp/Tahun
Biaya makanan ABK	=	350.000,00	Rp/Hari
Biaya air tawar	=	49.682	Rp/Hari
Total Biaya Perbekalan dan Perlengkapan	=	399.682	Rp/Hari
	=	131.894.951	Rp/Tahun
Biaya minyak pelumas	=	147.269,99	Rp/R.trip
	=	736.350	Rp/Hari
	=	1.214.977.388	Rp/Tahun
Biaya Perbaikan & Perawatan	=	1,000,000 . DWT	
	=	136.936.669	Rp/Tahun
Administrasi	=	Rp 225.112.139	/tahun
Biaya Asuransi Kapal	=	1,20 % . Harga Kapal	/Tahun
	=	Rp 7.876.651	
Biaya Operasional	=	Rp 2.613.170.199	

Komponen biaya operasional dalam pembuatan kapal baru yang dimana untuk gaji crew dengan jumlah crew 10 orang sebesar Rp 896.372.400 per tahun, biaya perbekalan crew dengan asumsi Rp 100.000 per orang dalam sehari maka didapat sebesar Rp 131.894.951 per tahun, biaya pelumas Rp 1.214.977.388 per tahun, untuk biaya administrasi sebesar Rp 225.112.139 per tahun, biaya asuransi kapal dengan asumsi 1,20% dari harga kapal maka didapat sebesar Rp 7.876.651 per tahun. Sehingga biaya total operasional dari beberapa komponen didapat sebesar Rp 2.613.170.199 per tahun.

c) Biaya Perjalanan

Biaya perjalanan (*Voyage cost*) adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen yang termasuk biaya pelayaran yaitu bahan bakar dan biaya pelabuhan.

Tabel 5.38 Biaya Pelayaran Kapal Baru

Biaya Pelayaran			
Biaya BBM	=	Rp 748.077	/R.trip
	=	Rp 3.740.383	/Hari
	=	Rp 1.234.326.303	/Tahun
Ukuran Kapal	=	325,07	GT
Jasa Sandar			
Tomok	=	Rp 7.713	/kunjungan
Ajibata	=	Rp 25.000	/kunjungan
	=		
Tomok	=	Rp 38.569	/hari
	=	Rp 12.728.086	/tahun
Ajibata	=	Rp 125.000	/hari
	=	Rp 41.250.000	/tahun
Total Biaya Pelabuhan	=	Rp 53.978.086	/Tahun
Total Voyage Cost	=	Rp 1.288.304.389	/Tahun

Tabel 5.38 menunjukkan komponen biaya pelayaran yang dibutuhkan pada Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok, dibutuhkan biaya untuk BBM sebesar Rp. 1.234.326.303 dengan 351 GT dan untuk biaya pelabuhan jasa sandar yang dikenakan, sehingga untuk biaya pelabuhan sebesar Rp 53.978.086. Total biaya perjalanan adalah Rp. 1.288.304.389 selama 1 (satu) tahun.

d) **Biaya Total**

Dalam menghitung biaya total meliputi biaya modal (*capital cost*), biaya operasional (*operational cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*) dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*). Biaya-biaya diklasifikasikan dan dihitung agar dapat memperkirakan tingkat kebutuhan pembiayaan kapal desalinasi air laut untuk kurun waktu tertentu (umur ekonomis kapal tersebut).

Untuk kapal ferry Ro-ro tidak menghitung biaya bongkar dan muat dikarenakan muatan tersebut, penumpang dan kendaraan tidak membutuhkan alat bongkar muat khusus. Untuk mengetahui perhitungan tarif muatan penyeberangan di masing-masing rute maka unit cost dikalikan dengan nilai konversi SUP. SUP merupakan Satuan Unit Produksi yang digunakan dalam penyeberangan sebagai satuan untuk menyelaraskan

satuan pada muatan penyeberangan yang berbeda-beda. Unit cost diperoleh dari hasil total cost dibagi volume muatan.

Tabel 5.39 Biaya Total dan Unit Cost Kapal Baru

		Biaya Total		
Biaya Total	=	Rp	8.793.635.697	/tahun
R.Trip	=		1650	/tahun
Biaya per trip	=	Rp	5.329.476	/R.trip
	=	Rp	2.664.738,09	/Trip
Profit (%)	=		5%	
Harga per trip	=	Rp	2.797.974,99	
Unit Cost	=	Rp	3.406	/SUP

Sehingga didapatkan biaya untuk SUP masing-masing muatan sebagai berikut:

Tabel 5.40 Satuan Unit Produksi

Muatan		Jumlah				Jumlah SUP	Cost/SUP	
	Penumpang	=	1,00	SUP	128	128	Rp	3.406,00
Gol I	Sepeda	=	2,23	SUP	0	0	Rp	7.596,00
Gol II	Sepeda Motor (<500 cc)	=	4,02	SUP	0	0	Rp	13.693,00
Gol III	Sepeda Motor (>=500 cc)	=	8,67	SUP	0	0	Rp	29.531,00
Gol IV A	Mobil (L<=5m) + penumpang	=	32,09	SUP	12	385,08	Rp	109.299,00
Gol IV B	Mobil (L<=5m) (kend barang dan muatan)	=	33,26	SUP	2	66,52	Rp	113.284,00
Gol V A	Bus, Truk (L<=7m) + penumpang	=	60,48	SUP	4	241,92	Rp	205.995,00
Gol V B	Bus, Truk (L<=7m) (kend barang dan muatan)	=	61,55	SUP	0	0	Rp	209.640,00
Gol VI A	Bus,Truk (L 7-10m) + penumpang	=	100,51	SUP	0	0	Rp	342.338,00
Gol VI B	Bus,Truk (L 7-10m) (kend barang dan muatan)	=	103,19	SUP	0	0	Rp	351.466,00
Gol VII	Truk Tronton(L 10-12m)	=	135,21	SUP	0	0	Rp	460.526,00
Gol VIII	Truk Tronton (L>12-16m)	=	188,75	SUP	0	0	Rp	642.883,00
Gol IX	Truk Tronton (L>16m)	=	272,74	SUP	0	0	Rp	928.953,00
Jumlah						821,52		

5.8.6 Komponen Perhitungan Desain Kapal

1 Perhitungan Koefisien

- Froud Number (Fn) Bilangan Froude adalah sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui

air, dan membandingkan benda-benda dengan ukuran yang berbeda-beda. Dimana kecepatan kapal nantinya sebesar 9 knot, dan gravitasi sebesar 9,81 m/s². Sehingga hasil perhitungan dari froud number kapal nilainya adalah 0,277

- Koefisien Block Koefisien Block perbandingan volume kapal yang terendam air dengan volume suatu persegi yang panjangnya = L_{wl} , lebarnya = B dan tingginya = T Setelah diketahui nilai F_n kapal, dapat dihitung nilai C_b kapal yaitu 0,570.
- Koefisien Bidang Midship adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T . Didapat nilai C_m kapal yaitu 0,974.
- Koefisien Bidang Garis Air adalah perbandingan antara luas penampang garis air kapal yang ada dibawah permukaan air dengan suatu penampang yang panjangnya = L_{wl} dan lebarnya = B . Maka hasilnya C_{wp} kapal adalah 0,683.
- Volume Displasemen adalah volume air yang dipindahkan badan kapal yang tercelup di dalam air. Hasil perhitungan volume displasemen kapal adalah 630,28 m³.
- Displasemen adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal di dalam air. Maka hasil perhitungan displasemen kapal didapat 646,04 ton.

Tabel 5.41 Hasil Perhitungan Koefisien Kapal Baru

F_n	0,274		C_{wp}	0,689
L_{pp} (m)	34,44		C_p	0,591
B (m)	10,52		LCB %	-1,866
T (m)	2,90		LCB (m)	- 0,643
H (m)	3,90		LCB dari FP (m)	17,864
C_b	0,577		L_{wl} (m)	35,82
C_m	0,975		Displ (ton)	646,04
Vol Displ (m³)	630,28			

2 Perhitungan Hambatan Kapal

Tabel 5.42 Hasil Perhitungan Hambatan Kapal Baru

R_v	=	12,37	kN
R_{APP}	=	1,11	kN
R_{Total}	=	0,02	kN
	=	24,89	N
$R_{total+15\%(\text{margin})}$	=	0,03	kN
	=	28,63	N

Metode yang digunakan dalam menghitung hambatan kapal adalah holtrop. Dengan perhitungan sebagai berikut: Dimana kecepatan kapal sebesar 9 knot, jarak yang harus ditempuh untuk satu kali roundtrip sebesar 13 Nm dan massa jenis perairan adalah 1.025 kg/m³. Diperoleh hasil perhitungan hambatan kapal yaitu sebesar 0,03 kN atau 28,63 N.

3 Perhitungan Daya Mesin

Dari hambatan total yang telah dihitung kemudian dapat dilakukan perhitungan propulsi dan daya mesin. Dari langkah langkah perhitungan kebutuhan daya mesin, diperoleh kebutuhan daya mesin kapal membutuhkan daya 298 kW.

Tabel 5.43 Hasil Pemilihan Mesin Kapal Baru

<u>Pemilihan Mesin Induk</u>		
Jenis =	CUMMINS	
Tipe =	NTA855-M400	
Daya =	298	<i>kW</i>
=	399,6	<i>BHP</i>
L =	5330	<i>mm</i>
W =	1732	<i>mm</i>
H =	3780	<i>mm</i>
Dry mass =	1,4	<i>t</i>
SFOC=	103	<i>g/kWh</i>
	77	<i>g/BHPH</i>
SLOC=	1,0	<i>g/kWh</i>
	0,7457	<i>g/BHPH</i>
SFR=	0,000001	<i>ton/kWh</i>
Jumlah=	1	Unit
<u>Pemilihan Genset</u>		
Jenis =	CATERPILLAR	
Tipe =	C9	
Daya =	162	<i>kW</i>
=	217	<i>BHP</i>
L =	1540	<i>mm</i>
W =	1089	<i>mm</i>
H =	1140	<i>mm</i>

Dry mass =	1	<i>ton</i>
SFOC=	212	<i>g/kWh</i>
	158	<i>g/BHPH</i>
SLOC	1,1	<i>g/kWh</i>
	0,7908	<i>g/BHPH</i>
SFR	0,000001	<i>ton/kWh</i>
Jumlah=	2	<i>Unit</i>

4 Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal terdiri dua komponen yaitu LWT (leight weight tonnage) dan DWT (dead weight tonnage). Perhitungan LWT meliputi berat baja, permesinan dan perlengkapan sementara untuk DWT meliputi payload, crew, dan consumable.

- Lightweight (LWT)

Lightweight merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat pelat, berat permesinan, dan berat perlengkapan kapal.

Tabel 5.44 Hasil Perhitungan LWT Kapal Baru

LWT TOTAL		
MACHINERY WEIGHT =	21,39	<i>ton</i>
EQ & OUTFIT WEIGHT =	142,5	<i>ton</i>
STEEL WEIGHT =	328,1	<i>ton</i>
LWT TOTAL =	492,044	ton

- Deadweight (DWT)

Deadweight merupakan berat mati kapal, yaitu berat dari jumlah penumpang dan kru, barang bawaan, bahan bakar, minyak lumas, dan air tawar.

Tabel 5.45 Perhitungan DWT Kapal Baru

DWT TOTAL		
WC&E =	1,70	<i>ton</i>
WFO =	0,24	<i>ton</i>
WDO =	0,052	<i>ton</i>
WLO =	0,004	<i>ton</i>
WFW =	1,461	<i>ton</i>
WPR=	0,10	<i>ton</i>
Payload =	137,5	<i>ton</i>
DWT TOTAL =	141,062	ton

5 Perhitungan Tonase Kapal

Tonase kapal dibagi menjadi dua yaitu Net Tonnage (NT) dan Gross Tonnage (GT). NT digunakan dalam menentukan pajak pelabuhan untuk kapal-kapal berbagai ukuran. Sedangkan GT digunakan untuk menentukan persyaratan regulasi.

Tabel 5.46 Hasil Perhitungan Tonase Kapal Baru

Gross Tonnage (GT)	=	367
Net Tonnage (NT)	=	526

6 Rencana Garis Kapal

Setelah didapat hasil perhitungan ukuran utama kapal beserta komponen lainnya, maka dilanjutkan dengan pembuatan rencana garis (lines plan). Lines plan merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan body kapal dibawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, body plan (secara melintang), sheer plan (secara memanjang) dan half breadth plan (dilihat dari atas).

Ada berbagai cara membuat lines plan. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, kini telah hadir software khusus yang biasa digunakan untuk menggambar lines plan dalam waktu yang singkat. Software dimaksud adalah Maxsurf. Dengan maxsurf sebagai awalnya dan dengan Auto Cad sebagai penyempurna, maka kita tidak perlu lagi menghabiskan banyak waktu untuk membuat lines plan.

7 Gambar Kapal (*General Arrangement*)

Rencana Umum atau *General Arrangement* dalam "Ship Design and Construction, Bab III" didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. Ruangan-ruangan tersebut misalnya: ruang muat, ruang akomodasi, ruang mesin, dll. Disamping itu, juga meliputi perencanaan penempatan lokasi ruangan beserta aksesnya.

TABLE ORDINATE OF HALF BREATH

No. Stakes	Station	HALF-BREATH (m)			
		Wt. 1	Wt. 2 (B)	Deck Deck	Car Deck
TRANSOM				1.800	2.800
AP			2.8176	3.1264	AP
ST 1			3.2884	3.7448	ST 1
ST 2		3.1073	3.7400	4.1234	ST 2
ST 3		1.7886	4.1801	4.5184	ST 3
ST 4		3.1780	4.6803	4.9208	ST 4
ST 5		3.1628	4.8023	4.9604	ST 5
ST 6	2.2201	4.3476	5.0203	5.0203	ST 6
ST 7	3.4901	4.6415	5.0503	5.0503	ST 7
ST 8	3.7647	4.6823	5.0503	5.0503	ST 8
ST 9	3.9023	4.6906	5.0503	5.0503	ST 9
ST 10	3.9985	4.6906	5.0503	5.0503	ST 10
ST 11	3.9931	4.6906	5.0503	5.0503	ST 11
ST 12	3.9845	4.6844	5.0503	5.0503	ST 12
ST 13	3.9823	4.6786	5.0503	5.0503	ST 13
ST 14	3.7674	4.6207	4.9655	5.0503	ST 14
ST 15	3.4923	4.6212	4.7391	4.9774	ST 15
ST 16	2.2201	3.3248	4.4291	4.8269	ST 16
ST 17	2.2624	3.3817	4.1201	4.7572	ST 17
ST 18	1.7883	3.2861	4.3217	4.3827	ST 18
ST 19	1.8641	2.7664	3.0220	3.7034	ST 19
FP		1.8003	2.5380	3.1601	FP

BODY PLAN

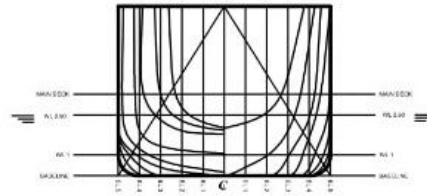
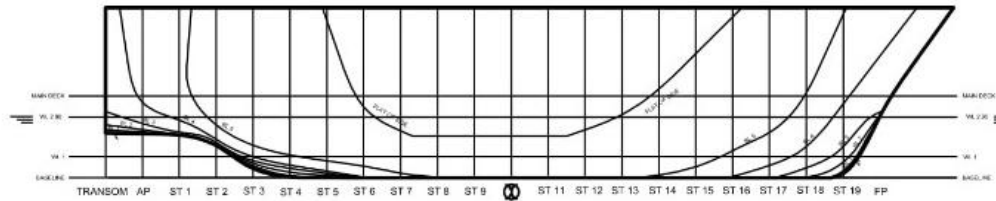


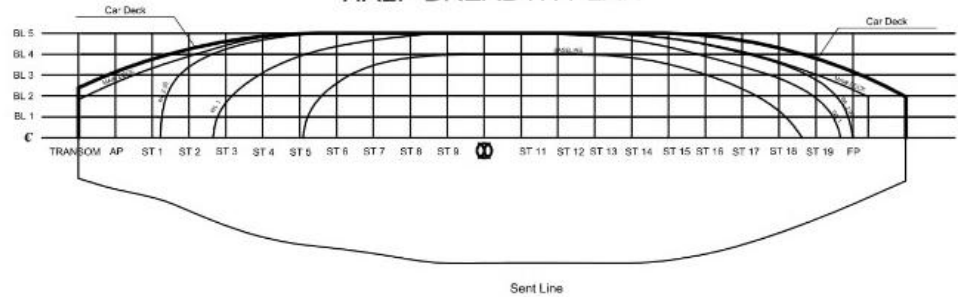
TABLE OF HEIGHT ABOVE BASELINE

No. Stakes	Deck Level	HALF-BREATH (m)						
		BL. 1	BL. 2	BL. 3	BL. 4	BL. 5	Half of Deck	Deck Deck
TRANSOM		2.1613	2.1898	2.9067	3.1384			4.9000
AP		2.1164	2.1884	2.2584	2.9881	3.0643		4.9000
ST 1		2.8023	3.0881	3.2027	3.1880	2.7307		4.9000
ST 2		1.9684	1.4176	1.4833	1.7582	1.9233	2.4173	4.9000
ST 3		0.8201	0.6460	0.7607	0.8982	1.0645	1.6101	4.9000
ST 4		1.9942	0.1304	0.2883	0.4494	0.6617	1.1327	4.9000
ST 5		3.9028	0.3775	0.7122	0.9601	0.9600	0.8447	4.9000
ST 6	3.9003	0.0300	0.0314	0.0300	0.0323	2.1108	3.6923	4.9000
ST 7	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.2375	2.4146	4.9000
ST 8	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0531	1.0500	4.9000
ST 9	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	1.0500	4.9000
ST 10	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	1.9929	4.9000
ST 11	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	1.0500	4.9000
ST 12	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	2.4146	4.9000
ST 13	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	2.2713	4.9000
ST 14	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	4.3663	4.9000
ST 15	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	0.2210	4.9000
ST 16	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	0.2210	4.9000
ST 17	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	2.2344	4.9000
ST 18	3.9003	0.0300	0.0303	0.0300	0.0303	0.0300	4.2743	4.9000
ST 19	3.2468	0.3943	0.7557	1.5632	3.0670			4.9000
FP		2.8024	2.7020	3.0793	2.7188	3.0677		4.9000

SHEER PLAN



HALF-BREADTH PLAN



- UKURAN UTAMA
- PANJANG BELLUKUHNYA (L_{WH}) = 42.92 M
 - PANJANG A.G.T (L_{PPH}) = 34.76 M
 - LEBAR (B) = 10.00 M
 - TINDO (T) = 3.00 M
 - SARAT (S) = 2.80 M
 - KECEPATAN DINAS (V₀) = 10 KNOT
 - AKS = 10
 - PENUMPANG = 128
 - KENDARAAN = 14 MOBIL
4 PICKUP
4 TRUK

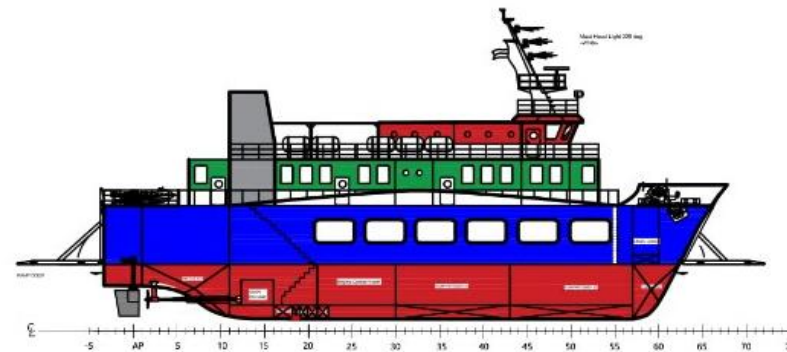
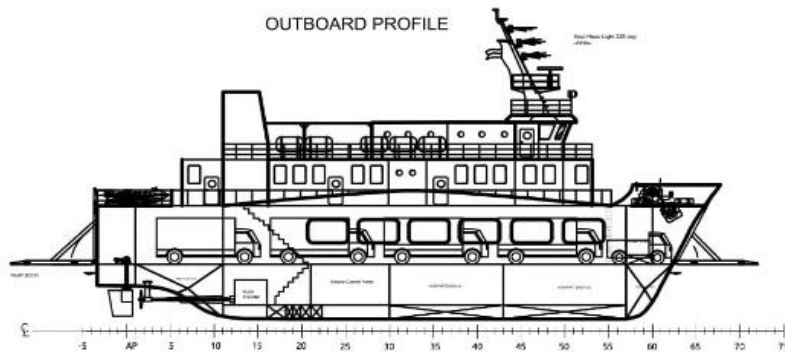
DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
 FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KMP. BLANKA

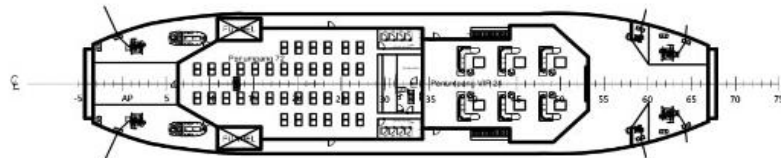
RENCANA GARIS

SKALA	1 : 300	Terdisk. Tanggal	Tanggal	1/1
DIBARANG OLEH	Andi Dina Rizki			0401150400000
DIREVISI OLEH	Ii Tri Adhoni, Ph.D			AA
	Rika Wahyuni Andri, S.T., M.T.			

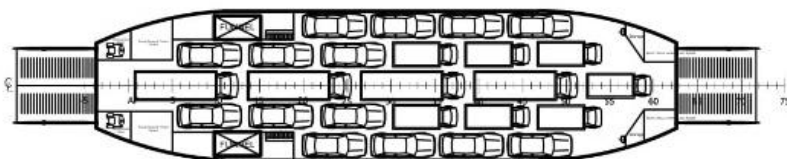
OUTBOARD PROFILE



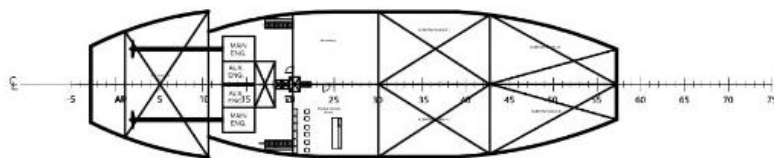
ACCOMODATION DECK 1



CAR DECK



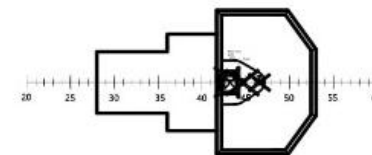
DOUBLE BOTTOM



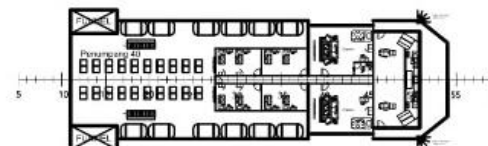
FRONT OF VIEW



TOP DECK



NAVIGATION DECK + ACCOMODATION DECK 2



URUSAN UTAMA

PANJANG BAWAJA	120,00 M
PANJANG BAWAJA	120,00 M
LEBAR	20,00 M
TINGKAI	10,00 M
SARAF	10,00 M
KECEPATAN BRUS	10,00 M
APR	10,00 M
KECEPATAN	10,00 M
KECEPATAN	10,00 M

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
 FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KMP. BLANKA

RENCANA UMUM

NOVA	1. 100	1000	1000
NOVA	1. 100	1000	1000
NOVA	1. 100	1000	1000
NOVA	1. 100	1000	1000

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada Tugas Akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada saat ini kapal penyeberangan menuju Danau Toba masih menggunakan kapal LCT. Dan untuk kendaraan transportasi darat yang masih digunakan yaitu kebanyakan mobil elf L300 yang kurang dijaga kebersihannya. Dan untuk rute yang saat ini masih sering digunakan yaitu rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – destinasi wisata Danau Toba – Bandara Kualanamu.
2. Model perhitungan untuk analisis alternatif rute menuju Danau Toba menggunakan perhitungan transportasi darat, transportasi laut dan transportasi udara. Untuk alternatif transportasi darat yang digunakan yaitu mobil berkapasitas 4 penumpang dan minibus elf berkapasitas 15 penumpang. Untuk alternatif transportasi laut yang digunakan yaitu kapal LCT, kapal Ro-ro dan kapal Ro-ro yang telah desain. Setelah dianalisis menghasilkan:
 - Biaya termurah : rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuk-tuk - Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Kualanamu. Dengan total biaya yang dikeluarkan yaitu Rp.412.000, jarak tempuh yaitu 441 km dan waktu tempuh 7 Jam 11 Menit. . Dengan moda transportasi yang digunakan yaitu transportasi darat, transportasi laut untuk kapal baru yang didesain.
 - Waktu yang efektif: rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuk-tuk - Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Menara Pandang Tele – Bandara Silangit - Bandara Kualanamu. Dengan moda transportasi yang digunakan yaitu transportasi darat, transportasi laut untuk kapal baru yang didesain dan transportasi udara. Waktu yang dihasilkan yaitu 5 jam 48 menit, jarak tempuh yaitu 558 km dan biaya yang dihasilkan Rp 771.000.
 - Rute favorit wisatawan: rute Bandara Kualanamu – Pelabuhan Ajibata – Pelabuhan Tomok – Tarian Sigale-gale – Tuk-tuk - Batu Hoda – Aek Rangat Pangururan – Bukit Holbung – Bandara Kualanamu.

3. Dari hasil optimasi ukuran utama kapal untuk melayani rute Pelabuhan Ajibata menuju Pelabuhan Tomok menghasilkan ukuran dengan Panjang (L) 34,76 meter, Lebar (B) 10,00 meter, Tinggi (H) 3,90 meter, serta sarat kapal (T) 2,90 meter dengan biaya total Rp. 8.793.635.696/tahun dan unit biaya Rp. 3.406/SUP, untuk tarif penumpang sebesar Rp 3.406, kendaraan mobil sebesar Rp. 109.299/unit, dan untuk kendaraan roda 4 (pickup) Rp. 113.284/unit dan untuk kendaraan truck sebesar Rp. 205.995/unit.

6.2 Saran

- 1) Perlu adanya penelitian menggunakan metode lain
- 2) Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai permintaan kendaraan khususnya mobil dan kendaraan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Pratama, I. D. (2013). *Perancangan Kapal Layanan Masyarakat Di Kepulauan Seribu*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, FTK,ITS.
- Schneekluth, H. (1998). *Ship Design for Efficiency and Economy*. Oxford: Plant A Tree.
- BKI. (2014). *BKI-Rules-for-small-Vessel-up-to-24m*.-Jakarta: BKI.
- BPS. (2018). *Kabupaten Samosir Dalam Angka*. Kabupaten Samosir. BPS Kabupaten Samosir.
- BPS. (2018). *Kabupaten Toba Samosir Dalam Angka*. Kabupaten Toba Samosir. BPS Kabupaten Toba Samosir.
- Ilham, M. Bayuni (2019). *Desain Piranti Lunak Layanan Transportasi Wisata Terintegrasi: Studi Kasus Transportasi Di Pulau Lombok*. Surabaya: Jurusan Teknik Transportasi Laut, FTK, ITS.
- Kharisma, Nabila (2019). *Analisis Perbandingan Transportasi Intermoda Untuk Angkutan Barang: Studi Kasus Penyeberangan Jawa – Sumatera*. Surabaya : Jurusan Teknik Transportasi Laut, FTK, ITS.
- Antonius. (2016, Agustus). *Transportasi Intermoda*. Diambil kembali dari TruckMagz: <https://www.truckmagz.com/transportasi-intermoda/>
- Gunawan, H. (2014). *Pengantar Transportasi dan Logistik*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Maiyozzi, Chairi, Yossyafra, dan Elsa Eka Putri (2017). *Perencanaan Integrasi Layanan Operasional Antarmoda Railbus dan Angkutan Umum Di Kota Padang*. Padang: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas (Unand).
- Yusdiantika, Bella. (2014, Desember). *Sistem Transportasi Kota Berlin*. Diambil kembali dari https://www.academia.edu/11730136/Sistem_Transportasi_Kota_Berlin

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Moda Transportasi

Lampiran 2. Perhitungan Kapal Baru

Lampiran 3. Hasil Solver Ukuran Utama

Lampiran 1. Moda Transportasi

1. Jarak antar wisata

Jarak (Km)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Pusuk Buhit	0	41,3	27	37	40	18,8	24,4	10,5	26,5	234	100	21,2	40,8	36,9		
2. Sigale-gale	41,3	0	59,8	5,6	2,9	22,9	57,3	43,4	42,7	267	133	20,7	0,5	5,4		
3. Bukit Holbung	27	59,8	0	55,5	58,6	37,3	8,5	20,6	24,3	223	90,1	39,7	59,4	55,4		
4. Desa Ambarita	37	5,6	55,5	0	4,1	18,6	53	39,1	38,4	262	129	16,5	5,1	0,95		
5. Tuktuk	40	2,9	58,6	4,1	0	21,6	56	42,1	58,1	265	132	19,4	2,4	4,1		
6. Batu Hoda	18,8	22,9	37,3	18,6	21,6	0	34,8	20,9	36,8	244	111	2,8	22,4	18,5		
7. Air Terjun Efrata	24,4	57,3	8,5	53	56	34,8	0	18	4,6	212	78,4	37,2	56,8	52,9		
8. Aek Rangat Pangururan	10,5	43,4	20,9	39,1	42,1	20,9	18	0	20,1	227	94,1	23,3	42,9	39		
9. Menara Pandang Tele	26,5	42,7	24,3	38,4	58,1	36,8	4,6	20,1	0	207	74	39,2	58,9	54,9		
10. Bandara Kualanamu	234	267	223	262	265	244	212	227	207	0	250	246	266	262	156	152
11. Bandara Silangit	100	133	90,1	129	132	111	78,4	94,1	74	250	0	113	133	129	79	110
12. Pelabuhan Simanindo	21,2	20,7	39,7	16,5	19,4	2,8	37,2	23,3	39,2	246	113	0	20,2	16		
13. Pelabuhan Tomok	40,8	0,5	59,4	5,1	2,4	22,4	56,8	42,9	58,9	266	133	20,2	0	4,9		
14. Pelabuhan Ambarita	36,9	5,4	55,4	0,95	4,1	18,5	52,9	39	54,9	262	129	16	4,9	0		
15. Pelabuhan Ajibata										156	79					36,5
16. Pelabuhan Tigaras										152	110				36,5	

2. Perhitungan waktu antar masing-masing destinasi wisata

Waktu (Menit)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Pusuk Buhit	0	42	27	37	40	19	25	11	27	234	100	22	41	37		
2. Sigale-gale	42	0	60	6	3	23	58	44	43	267	133	21	1	6		
3. Bukit Holbung	27	60	0	56	59	38	9	21	25	223	91	40	60	56		
4. Desa Ambarita	37	6	56	0	5	19	53	40	39	262	129	17	6	1		
5. Tuktuk	40	3	59	5	0	22	56	43	59	265	132	20	3	5		
6. Batu Hoda	19	23	38	19	22	0	35	21	37	244	111	3	23	19		
7. Air Terjun Efrata	25	58	9	53	56	35	0	18	5	212	79	38	57	53		
8. Aek Rangat Pangururan	11	44	21	40	43	21	18	0	21	227	95	24	43	39		
9. Menara Pandang Tele	27	43	25	39	59	37	5	21	0	207	74	40	59	55		
10. Bandara Kualanamu	234	267	223	262	265	244	212	227	207	0	250	156	152	246	156	152
11. Bandara Silangit	100	133	91	129	132	111	79	95	74	250	0	113	133	129	80	110
12. Pelabuhan Simanindo	22	21	40	17	20	3	38	24	40	156	113	0	21	16		
13. Pelabuhan Tomok	41	1	60	6	3	23	57	43	59	152	133	21	0	5		
14. Pelabuhan Ambarita	37	6	56	1	5	19	53	39	55	246	129	16	5	0		
15. Pelabuhan Ajibata										156	80					37
16. Pelabuhan Tigaras										152	110				37	

3. Perhitungan dengan menggunakan transportasi darat (mobil)

Rute	=	Bandara Kualanamu	-	Pelabuhan Ajibata
Total Jarak (RT)	=	156	Km	
Jam Layanan	=	07.00 - 19.00 WIB		
Durasi Layanan	=	720	Menit	
Waktu tunggu di Tempat	=	0	Menit	
Total waktu tunggu	=	0	Menit	
Total waktu dijalan	=	156	Menit	
Jumlah Frekuensi / Tahun	=	422	Trip / Tahun	
Total Waktu 1 Trip	=	156	Menit	

Spesifikasi Kendaraan			
Jenis Angkutan	=	Mobil	
Harga Investasi	=	Rp 250.000.000,00	/ Unit
Kapasitas Penumpang	=	4	/ Orang
Panjang	=	4,5	Meter
Lebar	=	1,6	Meter
Kecepatan	=	60	Km/Jam
Jenis Mesin	=		
Jenis BBM	=	Pertalite	
Konsumsi Bahan Bakar	=	8	Km / Liter
Konsumsi Oli	=	50	Liter/Tahun
Crew	=	1	Orang / Unit
Umur Ekonomis	=	10	Tahun
Presentase Kerja	=	25%	
Hari Kerja	=	365	Hari / Tahun
Jumlah Armada	=	1	Unit
Umur Kendaraan	=	1	Tahun
Asumsi			
Gaji Crew	=	Rp 3.000.000,00	Orang/Bulan
Perbekalan / Uang Makan	=	Rp 30.000,00	Orang/Hari
Oli	=	Rp 70.000,00	
Perbaikan	=	Rp 5.000.000,00	/ Tahun
Asuransi	=	2,50%	Harga Kendaraan

Tahun Ke	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Biaya Perjalanan
0	Rp 250.000.000		
1		Rp 61.700.000	Rp 62.951.850
2		Rp 64.472.500	Rp 62.951.850
3		Rp 67.383.625	Rp 62.951.850
4		Rp 70.440.306	Rp 62.951.850

Tahun Ke	Biaya Investasi	Biaya Operasional	Biaya Perjalanan
5		Rp 73.649.822	Rp 62.951.850
6		Rp 77.019.813	Rp 62.951.850
7		Rp 80.558.303	Rp 62.951.850
8		Rp 84.273.718	Rp 62.951.850
9		Rp 88.174.904	Rp 62.951.850
10		Rp 92.271.150	Rp 62.951.850

Angkutan		
SUM PV	Rp/Tahun	Rp 671.247.613,12
WACC	11,50%	
ANNUAL VALUE (A)	Rp/ Tahun	Rp 116.379.039
MARGIN	%	0%
Biaya Sewa Kendaraan	Rp/Tahun	Rp 116.379.038,53
	Rp/Bulan	Rp 9.698.253,21
	Rp/Hari	Rp 318.846,68
	Rp/Trip	Rp 275.780
PERHITUNGAN OPERASIONAL		
Konsumsi Bahan Bakar		
Bahan Bakar	Liter / Trip	19,5
Harga BBM	Rp/ Liter	7650
Total biaya bahan bakar	Rp/Trip	Rp 149.175,00
Total Biaya		Rp 424.955
Margin Profit		0,25
Unit Biaya	Rp/Trip	Rp 531.193,39
Perhitungan Unit Biaya		
Biaya Sewa Kendaraan	Rp/Trip	Rp 275.780
Total biaya bahan bakar	Rp/Trip	Rp 149.175
Unit Biaya	Rp / Trip	Rp 424.955
Tarif	Rp / Trip	Rp 531.193
	Rp/orang	Rp 132.798

Sehingga didapatkan daftar tarif untuk mobil dan mobil elf dengan menggunakan cara yang sama sebagai berikut:

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Pusuk Buhit	Sigale-gale	Rp 35.580	Rp 36.000	Rp 15.328	Rp 16.000
Pusuk Buhit	Bukit Holbung	Rp 23.010	Rp 23.000	Rp 9.918	Rp 10.000
Pusuk Buhit	Desa Ambarita	Rp 31.534	Rp 32.000	Rp 13.590	Rp 14.000
Pusuk Buhit	Tuktuk	Rp 34.089	Rp 35.000	Rp 14.690	Rp 15.000
Pusuk Buhit	Batu Hoda	Rp 16.135	Rp 17.000	Rp 6.950	Rp 7.000
Pusuk Buhit	Air Terjun Efrata	Rp 21.130	Rp 22.000	Rp 9.098	Rp 10.000
Pusuk Buhit	Aek Rangat Pangururan	Rp 9.227	Rp 10.000	Rp 3.969	Rp 4.000
Pusuk Buhit	Menara Pandang Tele	Rp 22.861	Rp 23.000	Rp 9.846	Rp 10.000
Pusuk Buhit	Bandara Kualanamu	Rp 202.226	Rp 203.000	Rp 86.654	Rp 87.000
Pusuk Buhit	Bandara Silangit	Rp 85.238	Rp 86.000	Rp 36.719	Rp 37.000
Pusuk Buhit	Pelabuhan Simanindo	Rp 18.511	Rp 19.000	Rp 7.966	Rp 8.000
Pusuk Buhit	Pelabuhan Tomok	Rp 34.880	Rp 35.000	Rp 15.030	Rp 16.000
Pusuk Buhit	Pelabuhan Ambarita	Rp 31.504	Rp 32.000	Rp 13.576	Rp 14.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Sigale-gale	Pusuk Buhit	Rp 35.580	Rp 36.000	Rp 15.328	Rp 16.000
Sigale-gale	Bukit Holbung	Rp 51.083	Rp 52.000	Rp 22.006	Rp 23.000
Sigale-gale	Desa Ambarita	Rp 4.935	Rp 5.000	Rp 2.147	Rp 3.000
Sigale-gale	Tuktuk	Rp 2.527	Rp 3.000	Rp 1.088	Rp 2.000
Sigale-gale	Batu Hoda	Rp 19.573	Rp 20.000	Rp 8.434	Rp 9.000
Sigale-gale	Air Terjun Efrata	Rp 49.222	Rp 50.000	Rp 21.201	Rp 22.000
Sigale-gale	Aek Rangat Pangururan	Rp 37.312	Rp 38.000	Rp 16.072	Rp 17.000
Sigale-gale	Menara Pandang Tele	Rp 36.561	Rp 37.000	Rp 15.750	Rp 16.000
Sigale-gale	Bandara Kualanamu	Rp 229.903	Rp 230.000	Rp 98.655	Rp 99.000
Sigale-gale	Bandara Silangit	Rp 113.364	Rp 114.000	Rp 48.821	Rp 49.000
Sigale-gale	Pelabuhan Simanindo	Rp 17.809	Rp 18.000	Rp 7.671	Rp 8.000
Sigale-gale	Pelabuhan Tomok	Rp 703	Rp 1.000	Rp 296	Rp 1.000
Sigale-gale	Pelabuhan Ambarita	Rp 4.995	Rp 5.000	Rp 2.118	Rp 3.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Bukit Holbung	Pusuk Buhit	Rp 35.580	Rp 36.000	Rp 15.328	Rp 16.000
Bukit Holbung	Sigale-gale	Rp 51.083	Rp 52.000	Rp 22.006	Rp 23.000
Bukit Holbung	Desa Ambarita	Rp 47.563	Rp 48.000	Rp 20.497	Rp 21.000
Bukit Holbung	Tuktuk	Rp 50.158	Rp 51.000	Rp 21.607	Rp 22.000
Bukit Holbung	Batu Hoda	Rp 32.181	Rp 33.000	Rp 13.855	Rp 14.000
Bukit Holbung	Air Terjun Efrata	Rp 7.522	Rp 8.000	Rp 3.234	Rp 4.000
Bukit Holbung	Aek Rangat Pangururan	Rp 17.779	Rp 18.000	Rp 7.657	Rp 8.000
Bukit Holbung	Menara Pandang Tele	Rp 21.100	Rp 22.000	Rp 9.083	Rp 10.000
Bukit Holbung	Bandara Kualanamu	Rp 192.797	Rp 193.000	Rp 82.643	Rp 83.000
Bukit Holbung	Bandara Silangit	Rp 77.296	Rp 78.000	Rp 33.282	Rp 34.000
Bukit Holbung	Pelabuhan Simanindo	Rp 33.999	Rp 34.000	Rp 14.647	Rp 15.000
Bukit Holbung	Pelabuhan Tomok	Rp 50.964	Rp 51.000	Rp 21.949	Rp 22.000
Bukit Holbung	Pelabuhan Ambarita	Rp 47.533	Rp 48.000	Rp 20.483	Rp 21.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Desa Ambarita	Pusuk Buhit	Rp 31.534	Rp 32.000	Rp 13.590	Rp 14.000
Desa Ambarita	Sigale-gale	Rp 4.935	Rp 5.000	Rp 2.147	Rp 3.000
Desa Ambarita	Bukit Holbung	Rp 47.563	Rp 48.000	Rp 20.497	Rp 21.000
Desa Ambarita	Tuktuk	Rp 3.993	Rp 4.000	Rp 1.708	Rp 2.000
Desa Ambarita	Batu Hoda	Rp 16.075	Rp 17.000	Rp 6.921	Rp 7.000
Desa Ambarita	Air Terjun Efrata	Rp 45.167	Rp 46.000	Rp 19.463	Rp 20.000
Desa Ambarita	Aek Rangat Pangururan	Rp 33.820	Rp 34.000	Rp 14.561	Rp 15.000
Desa Ambarita	Menara Pandang Tele	Rp 33.059	Rp 34.000	Rp 14.238	Rp 15.000
Desa Ambarita	Bandara Kualanamu	Rp 226.062	Rp 227.000	Rp 96.154	Rp 97.000
Desa Ambarita	Bandara Silangit	Rp 109.860	Rp 110.000	Rp 47.347	Rp 48.000
Desa Ambarita	Pelabuhan Simanindo	Rp 14.340	Rp 15.000	Rp 6.173	Rp 7.000
Desa Ambarita	Pelabuhan Tomok	Rp 4.845	Rp 5.000	Rp 2.075	Rp 3.000
Desa Ambarita	Pelabuhan Ambarita	Rp 837	Rp 1.000	Rp 360	Rp 1.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Tuktuk	Pusuk Buhit	Rp 34.089	Rp 35.000	Rp 14.690	Rp 15.000
Tuktuk	Sigale-gale	Rp 2.527	Rp 3.000	Rp 1.088	Rp 2.000
Tuktuk	Bukit Holbung	Rp 50.158	Rp 51.000	Rp 21.607	Rp 22.000
Tuktuk	Desa Ambarita	Rp 3.993	Rp 4.000	Rp 1.708	Rp 2.000
Tuktuk	Batu Hoda	Rp 18.630	Rp 19.000	Rp 8.023	Rp 9.000
Tuktuk	Air Terjun Efrata	Rp 47.713	Rp 48.000	Rp 20.569	Rp 21.000
Tuktuk	Aek Rangat Pangurusan	Rp 36.382	Rp 37.000	Rp 15.664	Rp 16.000
Tuktuk	Menara Pandang Tele	Rp 50.009	Rp 51.000	Rp 21.536	Rp 22.000
Tuktuk	Bandara Kualanamu	Rp 228.711	Rp 229.000	Rp 97.957	Rp 98.000
Tuktuk	Bandara Silangit	Rp 112.474	Rp 113.000	Rp 48.473	Rp 49.000
Tuktuk	Pelabuhan Simanindo	Rp 16.868	Rp 17.000	Rp 7.260	Rp 8.000
Tuktuk	Pelabuhan Tomok	Rp 2.378	Rp 3.000	Rp 1.016	Rp 2.000
Tuktuk	Pelabuhan Ambarita	Rp 3.993	Rp 4.000	Rp 1.708	Rp 2.000
Batu Hoda	Pusuk Buhit	Rp 16.135	Rp 17.000	Rp 6.950	Rp 7.000
Batu Hoda	Sigale-gale	Rp 19.573	Rp 20.000	Rp 8.434	Rp 9.000
Batu Hoda	Bukit Holbung	Rp 32.181	Rp 33.000	Rp 13.855	Rp 14.000
Batu Hoda	Desa Ambarita	Rp 16.075	Rp 17.000	Rp 6.921	Rp 7.000
Batu Hoda	Tuktuk	Rp 18.630	Rp 19.000	Rp 8.023	Rp 9.000
Batu Hoda	Air Terjun Efrata	Rp 29.765	Rp 30.000	Rp 12.828	Rp 13.000
Batu Hoda	Aek Rangat Pangurusan	Rp 17.869	Rp 18.000	Rp 7.700	Rp 8.000
Batu Hoda	Menara Pandang Tele	Rp 31.475	Rp 32.000	Rp 13.561	Rp 14.000
Batu Hoda	Bandara Kualanamu	Rp 210.487	Rp 211.000	Rp 90.248	Rp 91.000
Batu Hoda	Bandara Silangit	Rp 94.603	Rp 95.000	Rp 40.758	Rp 41.000
Batu Hoda	Pelabuhan Simanindo	Rp 2.497	Rp 3.000	Rp 1.073	Rp 2.000
Batu Hoda	Pelabuhan Tomok	Rp 19.423	Rp 20.000	Rp 8.362	Rp 9.000
Batu Hoda	Pelabuhan Ambarita	Rp 16.046	Rp 17.000	Rp 6.907	Rp 7.000
Air Terjun Efrata	Pusuk Buhit	Rp 21.130	Rp 22.000	Rp 9.098	Rp 10.000
Air Terjun Efrata	Sigale-gale	Rp 49.222	Rp 50.000	Rp 21.201	Rp 22.000
Air Terjun Efrata	Bukit Holbung	Rp 7.522	Rp 8.000	Rp 3.234	Rp 4.000
Air Terjun Efrata	Desa Ambarita	Rp 45.167	Rp 46.000	Rp 19.463	Rp 20.000
Air Terjun Efrata	Tuktuk	Rp 47.713	Rp 48.000	Rp 20.569	Rp 21.000
Air Terjun Efrata	Batu Hoda	Rp 29.765	Rp 30.000	Rp 12.828	Rp 13.000
Air Terjun Efrata	Aek Rangat Pangurusan	Rp 15.343	Rp 16.000	Rp 6.611	Rp 7.000
Air Terjun Efrata	Menara Pandang Tele	Rp 4.142	Rp 5.000	Rp 1.779	Rp 2.000
Air Terjun Efrata	Bandara Kualanamu	Rp 183.544	Rp 183.000	Rp 78.584	Rp 79.000
Air Terjun Efrata	Bandara Silangit	Rp 67.140	Rp 68.000	Rp 28.920	Rp 29.000
Air Terjun Efrata	Pelabuhan Simanindo	Rp 32.151	Rp 33.000	Rp 13.841	Rp 14.000
Air Terjun Efrata	Pelabuhan Tomok	Rp 48.516	Rp 49.000	Rp 20.907	Rp 21.000
Air Terjun Efrata	Pelabuhan Ambarita	Rp 45.137	Rp 46.000	Rp 19.448	Rp 20.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Aek Rangat Pangurusan	Pusuk Buhit	Rp 9.227	Rp 10.000	Rp 3.969	Rp 4.000
Aek Rangat Pangurusan	Sigale-gale	Rp 37.312	Rp 38.000	Rp 16.072	Rp 17.000
Aek Rangat Pangurusan	Bukit Holbung	Rp 17.779	Rp 18.000	Rp 7.657	Rp 8.000
Aek Rangat Pangurusan	Desa Ambarita	Rp 33.820	Rp 34.000	Rp 14.561	Rp 15.000
Aek Rangat Pangurusan	Tuktuk	Rp 36.382	Rp 37.000	Rp 15.664	Rp 16.000
Aek Rangat Pangurusan	Batu Hoda	Rp 17.869	Rp 18.000	Rp 7.700	Rp 8.000
Aek Rangat Pangurusan	Air Terjun Efrata	Rp 15.343	Rp 16.000	Rp 6.611	Rp 7.000
Aek Rangat Pangurusan	Menara Pandang Tele	Rp 17.629	Rp 18.000	Rp 7.585	Rp 8.000
Aek Rangat Pangurusan	Bandara Kualanamu	Rp 196.117	Rp 197.000	Rp 84.102	Rp 85.000
Aek Rangat Pangurusan	Bandara Silangit	Rp 80.675	Rp 81.000	Rp 34.764	Rp 35.000
Aek Rangat Pangurusan	Pelabuhan Simanindo	Rp 20.246	Rp 21.000	Rp 8.716	Rp 9.000
Aek Rangat Pangurusan	Pelabuhan Tomok	Rp 36.621	Rp 37.000	Rp 15.779	Rp 16.000
Aek Rangat Pangurusan	Pelabuhan Ambarita	Rp 33.238	Rp 34.000	Rp 14.323	Rp 15.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Menara Pandang Tele	Pusuk Buhit	Rp 22.861	Rp 23.000	Rp 9.846	Rp 10.000
Menara Pandang Tele	Sigale-gale	Rp 36.561	Rp 37.000	Rp 15.750	Rp 16.000
Menara Pandang Tele	Bukit Holbung	Rp 21.100	Rp 22.000	Rp 9.083	Rp 10.000
Menara Pandang Tele	Desa Ambarita	Rp 33.059	Rp 34.000	Rp 14.238	Rp 15.000
Menara Pandang Tele	Tuktuk	Rp 50.009	Rp 51.000	Rp 21.536	Rp 22.000
Menara Pandang Tele	Batu Hoda	Rp 31.475	Rp 32.000	Rp 13.561	Rp 14.000
Menara Pandang Tele	Air Terjun Efrata	Rp 4.142	Rp 5.000	Rp 1.779	Rp 2.000
Menara Pandang Tele	Aek Rangat Pangururan	Rp 17.629	Rp 18.000	Rp 7.585	Rp 8.000
Menara Pandang Tele	Bandara Kualanamu	Rp 179.099	Rp 180.000	Rp 76.717	Rp 77.000
Menara Pandang Tele	Bandara Silangit	Rp 63.069	Rp 64.000	Rp 27.180	Rp 28.000
Menara Pandang Tele	Pelabuhan Simanindo	Rp 33.849	Rp 34.000	Rp 14.576	Rp 15.000
Menara Pandang Tele	Pelabuhan Tomok	Rp 50.248	Rp 51.000	Rp 21.650	Rp 22.000
Menara Pandang Tele	Pelabuhan Ambarita	Rp 46.840	Rp 47.000	Rp 20.186	Rp 21.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Bandara Kualanamu	Pusuk Buhit	Rp 202.226	Rp 203.000	Rp 86.654	Rp 87.000
Bandara Kualanamu	Sigale-gale	Rp 229.903	Rp 230.000	Rp 98.655	Rp 99.000
Bandara Kualanamu	Bukit Holbung	Rp 192.797	Rp 193.000	Rp 82.643	Rp 83.000
Bandara Kualanamu	Desa Ambarita	Rp 226.062	Rp 227.000	Rp 96.154	Rp 97.000
Bandara Kualanamu	Tuktuk	Rp 228.711	Rp 229.000	Rp 97.957	Rp 98.000
Bandara Kualanamu	Batu Hoda	Rp 210.487	Rp 211.000	Rp 90.248	Rp 91.000
Bandara Kualanamu	Air Terjun Efrata	Rp 183.544	Rp 183.000	Rp 78.584	Rp 79.000
Bandara Kualanamu	Aek Rangat Pangururan	Rp 196.117	Rp 197.000	Rp 84.102	Rp 85.000
Bandara Kualanamu	Menara Pandang Tele	Rp 179.099	Rp 180.000	Rp 76.717	Rp 77.000
Bandara Kualanamu	Bandara Silangit	Rp 212.990	Rp 213.000	Rp 92.528	Rp 93.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Ajibata	Rp 145.298	Rp 146.000	Rp 60.592	Rp 61.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Tigaras	Rp 141.914	Rp 142.000	Rp 59.120	Rp 60.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Simanindo	Rp 212.090	Rp 213.000	Rp 91.059	Rp 92.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Tomok	Rp 229.604	Rp 230.000	Rp 98.305	Rp 99.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Ambarita	Rp 226.062	Rp 227.000	Rp 96.921	Rp 97.000
Bandara Silangit	Pusuk Buhit	Rp 85.238	Rp 86.000	Rp 36.719	Rp 37.000
Bandara Silangit	Sigale-gale	Rp 113.364	Rp 114.000	Rp 48.821	Rp 49.000
Bandara Silangit	Bukit Holbung	Rp 77.296	Rp 78.000	Rp 33.282	Rp 34.000
Bandara Silangit	Desa Ambarita	Rp 109.860	Rp 110.000	Rp 47.347	Rp 48.000
Bandara Silangit	Tuktuk	Rp 112.474	Rp 113.000	Rp 48.473	Rp 49.000
Bandara Silangit	Batu Hoda	Rp 94.603	Rp 95.000	Rp 40.758	Rp 41.000
Bandara Silangit	Air Terjun Efrata	Rp 67.140	Rp 68.000	Rp 28.920	Rp 29.000
Bandara Silangit	Aek Rangat Pangururan	Rp 80.675	Rp 81.000	Rp 34.764	Rp 35.000
Bandara Silangit	Menara Pandang Tele	Rp 63.069	Rp 64.000	Rp 27.180	Rp 28.000
Bandara Silangit	Bandara Kualanamu	Rp 212.990	Rp 213.000	Rp 92.528	Rp 93.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Ajibata	Rp 67.941	Rp 68.000	Rp 29.271	Rp 30.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Tigaras	Rp 93.688	Rp 94.000	Rp 40.401	Rp 41.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Simanindo	Rp 96.256	Rp 97.000	Rp 41.484	Rp 42.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Tomok	Rp 113.364	Rp 114.000	Rp 48.821	Rp 49.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Ambarita	Rp 109.860	Rp 110.000	Rp 47.347	Rp 48.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
Pelabuhan Ajibata	Bandara Kualanamu	Rp 145.298	Rp 146.000	Rp 60.592	Rp 61.000
Pelabuhan Ajibata	Bandara Silangit	Rp 67.941	Rp 68.000	Rp 29.271	Rp 30.000
Pelabuhan Ajibata	Pelabuhan Tigaras	Rp 31.385	Rp 32.000	Rp 13.519	Rp 14.000
Pelabuhan Tigaras	Bandara Kualanamu	Rp 141.914	Rp 142.000	Rp 59.120	Rp 60.000
Pelabuhan Tigaras	Bandara Silangit	Rp 93.688	Rp 94.000	Rp 40.401	Rp 41.000
Pelabuhan Tigaras	Pelabuhan Ajibata	Rp 31.385	Rp 32.000	Rp 13.519	Rp 14.000

Asal	Tujuan	Tarif Mobil/Trip/Orang		Tarif Elf/Trip/Orang	
		Rp		Rp	
Pelabuhan Simanindo	Pusuk Buhit	Rp 18.511	Rp 19.000	Rp 7.966	Rp 8.000
Pelabuhan Simanindo	Sigale-gale	Rp 17.809	Rp 18.000	Rp 7.671	Rp 8.000
Pelabuhan Simanindo	Bukit Holbung	Rp 33.999	Rp 34.000	Rp 14.647	Rp 15.000
Pelabuhan Simanindo	Desa Ambarita	Rp 14.340	Rp 15.000	Rp 6.173	Rp 7.000
Pelabuhan Simanindo	Tuktuk	Rp 16.868	Rp 17.000	Rp 7.260	Rp 8.000
Pelabuhan Simanindo	Batu Hoda	Rp 2.497	Rp 3.000	Rp 1.073	Rp 2.000
Pelabuhan Simanindo	Air Terjun Efrata	Rp 32.151	Rp 33.000	Rp 13.841	Rp 14.000
Pelabuhan Simanindo	Aek Rangat Pangururan	Rp 20.246	Rp 21.000	Rp 8.716	Rp 9.000
Pelabuhan Simanindo	Menara Pandang Tele	Rp 33.849	Rp 34.000	Rp 14.576	Rp 15.000
Pelabuhan Simanindo	Bandara Kualanamu	Rp 212.090	Rp 213.000	Rp 91.059	Rp 92.000
Pelabuhan Simanindo	Bandara Silangit	Rp 96.256	Rp 97.000	Rp 41.484	Rp 42.000
Pelabuhan Simanindo	Pelabuhan Tomok	Rp 17.659	Rp 18.000	Rp 7.600	Rp 8.000
Pelabuhan Simanindo	Pelabuhan Ambarita	Rp 13.636	Rp 14.000	Rp 5.877	Rp 6.000
Pelabuhan Tomok	Pusuk Buhit	Rp 34.880	Rp 35.000	Rp 15.030	Rp 16.000
Pelabuhan Tomok	Sigale-gale	Rp 703	Rp 1.000	Rp 296	Rp 1.000
Pelabuhan Tomok	Bukit Holbung	Rp 50.964	Rp 51.000	Rp 21.949	Rp 22.000
Pelabuhan Tomok	Desa Ambarita	Rp 4.845	Rp 5.000	Rp 2.075	Rp 3.000
Pelabuhan Tomok	Tuktuk	Rp 2.378	Rp 3.000	Rp 1.016	Rp 2.000
Pelabuhan Tomok	Batu Hoda	Rp 19.423	Rp 20.000	Rp 8.362	Rp 9.000
Pelabuhan Tomok	Air Terjun Efrata	Rp 48.516	Rp 49.000	Rp 20.907	Rp 21.000
Pelabuhan Tomok	Aek Rangat Pangururan	Rp 36.621	Rp 37.000	Rp 15.779	Rp 16.000
Pelabuhan Tomok	Menara Pandang Tele	Rp 50.248	Rp 51.000	Rp 21.650	Rp 22.000
Pelabuhan Tomok	Bandara Kualanamu	Rp 229.604	Rp 230.000	Rp 98.305	Rp 99.000
Pelabuhan Tomok	Bandara Silangit	Rp 113.364	Rp 114.000	Rp 48.821	Rp 49.000
Pelabuhan Tomok	Pelabuhan Simanindo	Rp 17.659	Rp 18.000	Rp 7.600	Rp 8.000
Pelabuhan Tomok	Pelabuhan Ambarita	Rp 4.232	Rp 5.000	Rp 1.822	Rp 2.000
Pelabuhan Ambarita	Pusuk Buhit	Rp 31.504	Rp 32.000	Rp 13.576	Rp 14.000
Pelabuhan Ambarita	Sigale-gale	Rp 4.995	Rp 5.000	Rp 2.118	Rp 3.000
Pelabuhan Ambarita	Bukit Holbung	Rp 47.533	Rp 48.000	Rp 20.483	Rp 21.000
Pelabuhan Ambarita	Desa Ambarita	Rp 837	Rp 1.000	Rp 360	Rp 1.000
Pelabuhan Ambarita	Tuktuk	Rp 3.993	Rp 4.000	Rp 1.708	Rp 2.000
Pelabuhan Ambarita	Batu Hoda	Rp 16.046	Rp 17.000	Rp 6.907	Rp 7.000
Pelabuhan Ambarita	Air Terjun Efrata	Rp 45.137	Rp 46.000	Rp 19.448	Rp 20.000
Pelabuhan Ambarita	Aek Rangat Pangururan	Rp 33.238	Rp 34.000	Rp 14.323	Rp 15.000
Pelabuhan Ambarita	Menara Pandang Tele	Rp 46.840	Rp 47.000	Rp 20.186	Rp 21.000
Pelabuhan Ambarita	Bandara Kualanamu	Rp 226.062	Rp 227.000	Rp 96.921	Rp 97.000
Pelabuhan Ambarita	Bandara Silangit	Rp 109.860	Rp 110.000	Rp 47.347	Rp 48.000
Pelabuhan Ambarita	Pelabuhan Simanindo	Rp 13.636	Rp 14.000	Rp 5.877	Rp 6.000
Pelabuhan Ambarita	Pelabuhan Tomok	Rp 4.232	Rp 5.000	Rp 1.822	Rp 2.000

4. Perhitungan dengan menggunakan transportasi darat sewa (mobil)

MOBIL				
Modal				
Biaya Sewa	=	Rp	350.000	mobil/12 jam
	=	Rp	700.000	mobil/hari
Makan Supir	=	Rp	75.000	mobil/hari
Biaya Overtime Supir	=	Rp	20.000	/Jam
Biaya tambahan untuk luar kota	=	Rp	50.000	/hari
Kapasitas 1 Mobil	=		4	orang
Total Biaya	=	Rp	825.000	/hari

Operasional				
Jarak	=		234,0	Km
Kecepatan (Berangkat)	=		70	km/jam
Kecepatan (Pulang)	=		70	km/jam
Kecepatan Muat Penumpang	=		5	Menit
Kecepatan Bongkar	=		5	menit
Kemacetan	=		1	Jam
Waktu (PP)	=		7	Jam/mobil
Biaya Tol	=	Rp	11.500	mobil/trip
	=	Rp	23.000	mobil/pp
Biaya Operasional	=	Rp	11.500	mobil/trip

BAHAN BAKAR				
<i>Konversi Bahan Bakar</i>				
1 Liter	=		8	km
1 Liter	=	Rp	7.650	
Margin Kebutuhan BBM	=		10%	
Kebutuhan BBM	=	Rp	223.763	/trip
	=	Rp	447.525	/RT
Kebutuhan BBM+margin	=	Rp	246.139	/trip
Total Biaya	=	Rp	1.340.278	hari/RT
Biaya yang dikenakan untuk 1 orang	=	Rp	335.069	orang/hari/RT
	=	Rp	167.535	orang/trip

Sehingga didapatkan rekap tarif untuk mobil dan mobil elf sewa dengan menggunakan cara yang sama sebagai berikut:

Asal	Tujuan	Biaya (org/trip) + Biaya Sewa	
		Mobil ELF	Mobil
Pusuk Buhit	Sigale-gale	Rp 72.000	Rp 111.000
Pusuk Buhit	Bukit Holbung	Rp 71.000	Rp 108.000
Pusuk Buhit	Desa Ambarita	Rp 71.000	Rp 110.000
Pusuk Buhit	Tuktuk	Rp 72.000	Rp 110.000
Pusuk Buhit	Batu Hoda	Rp 71.000	Rp 107.000
Pusuk Buhit	Air Terjun Efrata	Rp 71.000	Rp 108.000
Pusuk Buhit	Aek Rangat Pangururan	Rp 70.000	Rp 105.000
Pusuk Buhit	Menara Pandang Tele	Rp 71.000	Rp 108.000
Pusuk Buhit	Bandara Silangit	Rp 74.000	Rp 120.000
Pusuk Buhit	Pelabuhan Simanindo	Rp 71.000	Rp 107.000
Pusuk Buhit	Pelabuhan Tomok	Rp 72.000	Rp 110.000
Pusuk Buhit	Pelabuhan Ambarita	Rp 71.000	Rp 110.000
Pusuk Buhit	Bandara Kualanamu	Rp 81.000	Rp 146.000

Asal	Tujuan	Biaya (org/trip) + Biaya Sewa	
		Mobil ELF	Mobil
Sigale-gale	Pusuk Buhit	Rp 72.000	Rp 111.000
Sigale-gale	Bukit Holbung	Rp 72.000	Rp 114.000
Sigale-gale	Desa Ambarita	Rp 70.000	Rp 105.000
Sigale-gale	Tuktuk	Rp 70.000	Rp 104.000
Sigale-gale	Batu Hoda	Rp 71.000	Rp 107.000
Sigale-gale	Air Terjun Efrata	Rp 72.000	Rp 113.000
Sigale-gale	Aek Rangat Pangururan	Rp 72.000	Rp 111.000
Sigale-gale	Menara Pandang Tele	Rp 72.000	Rp 111.000
Sigale-gale	Bandara Silangit	Rp 76.000	Rp 126.000
Sigale-gale	Pelabuhan Simanindo	Rp 71.000	Rp 107.000
Sigale-gale	Pelabuhan Tomok	Rp 70.000	Rp 104.000
Sigale-gale	Pelabuhan Ambarita	Rp 70.000	Rp 105.000
Sigale-gale	Bandara Kualanamu	Rp 82.000	Rp 151.000
Bukit Holbung	Pusuk Buhit	Rp 71.000	Rp 108.000
Bukit Holbung	Sigale-gale	Rp 72.000	Rp 114.000
Bukit Holbung	Desa Ambarita	Rp 72.000	Rp 113.000
Bukit Holbung	Tuktuk	Rp 72.000	Rp 113.000
Bukit Holbung	Batu Hoda	Rp 71.000	Rp 110.000
Bukit Holbung	Air Terjun Efrata	Rp 70.000	Rp 105.000
Bukit Holbung	Aek Rangat Pangururan	Rp 71.000	Rp 107.000
Bukit Holbung	Menara Pandang Tele	Rp 71.000	Rp 108.000
Bukit Holbung	Bandara Silangit	Rp 74.000	Rp 119.000
Bukit Holbung	Pelabuhan Simanindo	Rp 72.000	Rp 110.000
Bukit Holbung	Pelabuhan Tomok	Rp 72.000	Rp 114.000
Bukit Holbung	Pelabuhan Ambarita	Rp 72.000	Rp 113.000
Bukit Holbung	Bandara Kualanamu	Rp 80.000	Rp 144.000

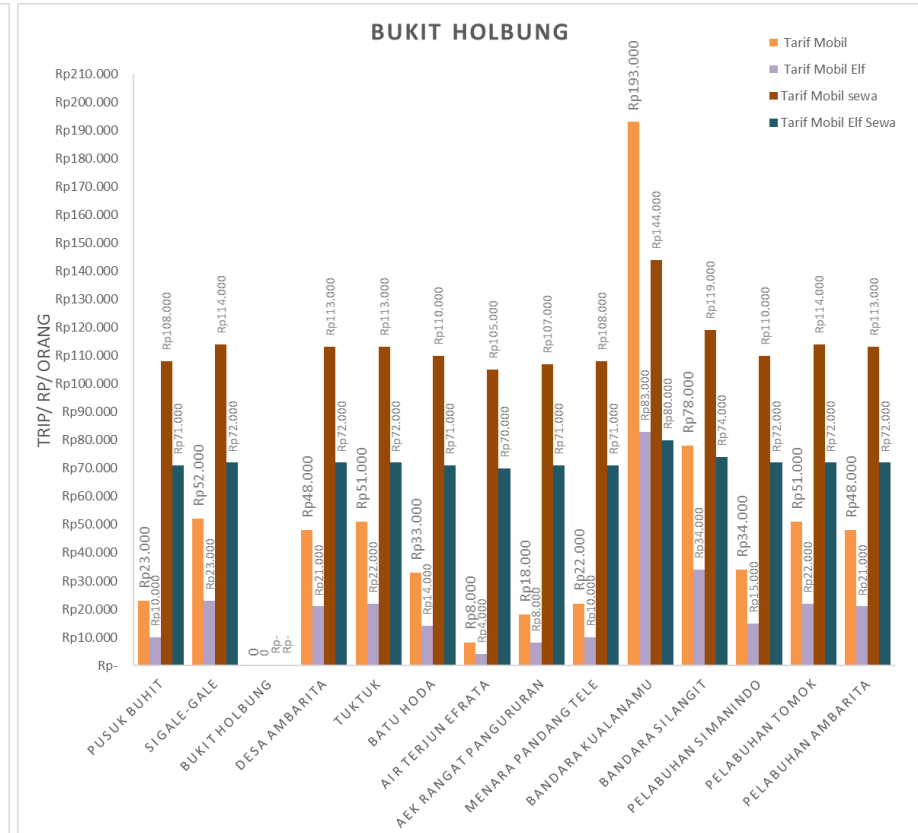
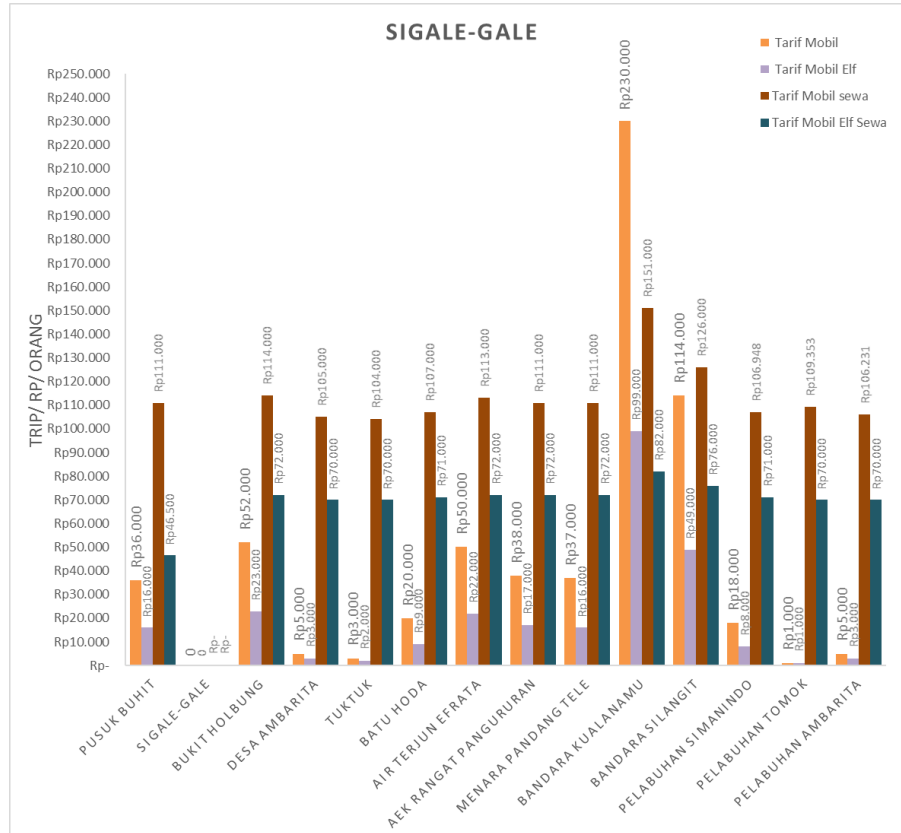
Asal	Tujuan	Biaya (org/trip) + Biaya Sewa	
		Mobil ELF	Mobil
Desa Ambarita	Pusuk Buhit	Rp 71.000	Rp 110.000
Desa Ambarita	Sigale-gale	Rp 70.000	Rp 105.000
Desa Ambarita	Bukit Holbung	Rp 72.000	Rp 113.000
Desa Ambarita	Tuktuk	Rp 70.000	Rp 104.000
Desa Ambarita	Batu Hoda	Rp 71.000	Rp 107.000
Desa Ambarita	Air Terjun Efrata	Rp 72.000	Rp 112.000
Desa Ambarita	Aek Rangat Pangururan	Rp 71.000	Rp 110.000
Desa Ambarita	Menara Pandang Tele	Rp 71.000	Rp 110.000
Desa Ambarita	Bandara Silangit	Rp 75.000	Rp 125.000
Desa Ambarita	Pelabuhan Simanindo	Rp 71.000	Rp 106.000
Desa Ambarita	Pelabuhan Tomok	Rp 70.000	Rp 104.000
Desa Ambarita	Pelabuhan Ambarita	Rp 70.000	Rp 104.000
Desa Ambarita	Bandara Kualanamu	Rp 82.000	Rp 150.000

Asal	Tujuan	Biaya (org/trip) + Biaya Sewa	
		Mobil ELF	Mobil
Tuktuk	Pusuk Buhit	Rp 72.000	Rp 110.000
Tuktuk	Sigale-gale	Rp 70.000	Rp 104.000
Tuktuk	Bukit Holbung	Rp 72.000	Rp 113.000
Tuktuk	Desa Ambarita	Rp 70.000	Rp 104.000
Tuktuk	Batu Hoda	Rp 71.000	Rp 107.000
Tuktuk	Air Terjun Efrata	Rp 72.000	Rp 113.000
Tuktuk	Aek Rangat Pangururan	Rp 72.000	Rp 111.000
Tuktuk	Menara Pandang Tele	Rp 72.000	Rp 113.000
Tuktuk	Bandara Silangit	Rp 75.000	Rp 126.000
Tuktuk	Pelabuhan Simanindo	Rp 71.000	Rp 107.000
Tuktuk	Pelabuhan Tomok	Rp 70.000	Rp 104.000
Tuktuk	Pelabuhan Ambarita	Rp 70.000	Rp 104.000
Tuktuk	Bandara Kualanamu	Rp 82.000	Rp 151.000
Batu Hoda	Pusuk Buhit	Rp 71.000	Rp 107.000
Batu Hoda	Sigale-gale	Rp 71.000	Rp 107.000
Batu Hoda	Bukit Holbung	Rp 71.000	Rp 110.000
Batu Hoda	Desa Ambarita	Rp 71.000	Rp 107.000
Batu Hoda	Tuktuk	Rp 71.000	Rp 107.000
Batu Hoda	Air Terjun Efrata	Rp 71.000	Rp 109.000
Batu Hoda	Aek Rangat Pangururan	Rp 71.000	Rp 107.000
Batu Hoda	Menara Pandang Tele	Rp 71.000	Rp 110.000
Batu Hoda	Bandara Silangit	Rp 75.000	Rp 122.000
Batu Hoda	Pelabuhan Simanindo	Rp 70.000	Rp 104.000
Batu Hoda	Pelabuhan Tomok	Rp 71.000	Rp 107.000
Batu Hoda	Pelabuhan Ambarita	Rp 71.000	Rp 107.000
Batu Hoda	Bandara Kualanamu	Rp 81.000	Rp 147.000

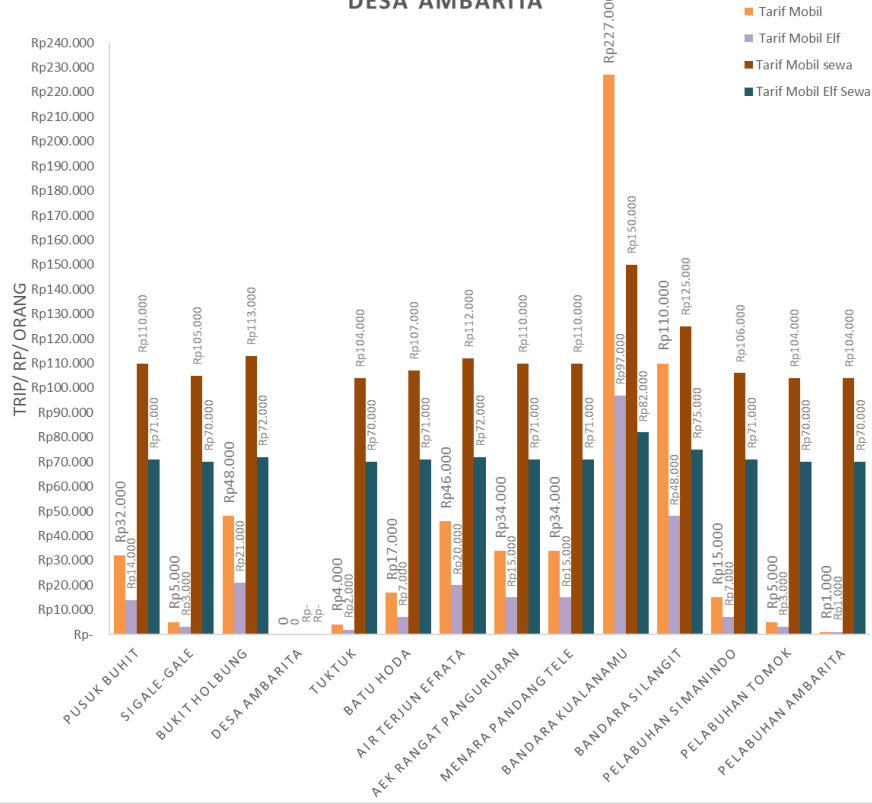
Asal	Tujuan	Biaya (org/trip) + Biaya Sewa	
		Mobil ELF	Mobil
Air Terjun Efrata	Pusuk Buhit	Rp 71.000	Rp 108.000
Air Terjun Efrata	Sigale-gale	Rp 72.000	Rp 113.000
Air Terjun Efrata	Bukit Holbung	Rp 70.000	Rp 105.000
Air Terjun Efrata	Desa Ambarita	Rp 72.000	Rp 112.000
Air Terjun Efrata	Tuktuk	Rp 72.000	Rp 113.000
Air Terjun Efrata	Batu Hoda	Rp 71.000	Rp 109.000
Air Terjun Efrata	Aek Rangat Pangururan	Rp 71.000	Rp 107.000
Air Terjun Efrata	Menara Pandang Tele	Rp 70.000	Rp 104.000
Air Terjun Efrata	Bandara Silangit	Rp 73.000	Rp 117.000
Air Terjun Efrata	Pelabuhan Simanindo	Rp 71.000	Rp 110.000
Air Terjun Efrata	Pelabuhan Tomok	Rp 72.000	Rp 113.000
Air Terjun Efrata	Pelabuhan Ambarita	Rp 72.000	Rp 112.000
Air Terjun Efrata	Bandara Kualanamu	Rp 80.000	Rp 142.000
Aek Rangat Pangururan	Pusuk Buhit	Rp 70.000	Rp 105.000
Aek Rangat Pangururan	Sigale-gale	Rp 72.000	Rp 111.000
Aek Rangat Pangururan	Bukit Holbung	Rp 71.000	Rp 107.000
Aek Rangat Pangururan	Desa Ambarita	Rp 71.000	Rp 110.000
Aek Rangat Pangururan	Tuktuk	Rp 72.000	Rp 111.000
Aek Rangat Pangururan	Batu Hoda	Rp 71.000	Rp 107.000
Aek Rangat Pangururan	Air Terjun Efrata	Rp 71.000	Rp 107.000
Aek Rangat Pangururan	Menara Pandang Tele	Rp 71.000	Rp 107.000
Aek Rangat Pangururan	Bandara Silangit	Rp 74.000	Rp 119.000
Aek Rangat Pangururan	Pelabuhan Simanindo	Rp 71.000	Rp 108.000
Aek Rangat Pangururan	Pelabuhan Tomok	Rp 72.000	Rp 111.000
Aek Rangat Pangururan	Pelabuhan Ambarita	Rp 71.000	Rp 110.000
Aek Rangat Pangururan	Bandara Kualanamu	Rp 81.000	Rp 144.000
Menara Pandang Tele	Pusuk Buhit	Rp 71.000	Rp 108.000
Menara Pandang Tele	Sigale-gale	Rp 72.000	Rp 111.000
Menara Pandang Tele	Bukit Holbung	Rp 71.000	Rp 108.000
Menara Pandang Tele	Desa Ambarita	Rp 71.000	Rp 110.000
Menara Pandang Tele	Tuktuk	Rp 72.000	Rp 113.000
Menara Pandang Tele	Batu Hoda	Rp 71.000	Rp 110.000
Menara Pandang Tele	Air Terjun Efrata	Rp 70.000	Rp 104.000
Menara Pandang Tele	Aek Rangat Pangururan	Rp 71.000	Rp 107.000
Menara Pandang Tele	Bandara Silangit	Rp 73.000	Rp 116.000
Menara Pandang Tele	Pelabuhan Simanindo	Rp 72.000	Rp 110.000
Menara Pandang Tele	Pelabuhan Tomok	Rp 72.000	Rp 113.000
Menara Pandang Tele	Pelabuhan Ambarita	Rp 72.000	Rp 113.000
Menara Pandang Tele	Bandara Kualanamu	Rp 80.000	Rp 141.000

Asal	Tujuan	Biaya (org/trip) + Biaya Sewa	
		Mobil ELF	Mobil
Bandara Kualanamu	Pusuk Buhit	Rp 81.000	Rp 146.000
Bandara Kualanamu	Sigale-gale	Rp 82.000	Rp 151.000
Bandara Kualanamu	Bukit Holbung	Rp 80.000	Rp 144.000
Bandara Kualanamu	Desa Ambarita	Rp 82.000	Rp 150.000
Bandara Kualanamu	Tuktuk	Rp 82.000	Rp 151.000
Bandara Kualanamu	Batu Hoda	Rp 81.000	Rp 147.000
Bandara Kualanamu	Air Terjun Efrata	Rp 80.000	Rp 142.000
Bandara Kualanamu	Aek Rangat Pangururan	Rp 81.000	Rp 144.000
Bandara Kualanamu	Menara Pandang Tele	Rp 80.000	Rp 141.000
Bandara Kualanamu	Bandara Silangit	Rp 82.000	Rp 148.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Ajibata	Rp 81.000	Rp 142.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Tigaras	Rp 81.000	Rp 142.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Simanindo	Rp 81.000	Rp 148.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Tomok	Rp 82.000	Rp 151.000
Bandara Kualanamu	Pelabuhan Ambarita	Rp 82.000	Rp 150.000
Bandara Silangit	Pusuk Buhit	Rp 74.000	Rp 120.000
Bandara Silangit	Sigale-gale	Rp 76.000	Rp 126.000
Bandara Silangit	Bukit Holbung	Rp 74.000	Rp 119.000
Bandara Silangit	Desa Ambarita	Rp 75.000	Rp 125.000
Bandara Silangit	Tuktuk	Rp 75.000	Rp 126.000
Bandara Silangit	Batu Hoda	Rp 75.000	Rp 122.000
Bandara Silangit	Air Terjun Efrata	Rp 73.000	Rp 117.000
Bandara Silangit	Aek Rangat Pangururan	Rp 74.000	Rp 119.000
Bandara Silangit	Menara Pandang Tele	Rp 73.000	Rp 116.000
Bandara Silangit	Bandara Kualanamu	Rp 82.000	Rp 148.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Simanindo	Rp 75.000	Rp 122.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Ajibata	Rp 73.000	Rp 117.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Tigaras	Rp 75.000	Rp 122.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Tomok	Rp 76.000	Rp 126.000
Bandara Silangit	Pelabuhan Ambarita	Rp 75.000	Rp 125.000
Pelabuhan Ajibata	Bandara Kualanamu	Rp 81.000	Rp 142.000
Pelabuhan Ajibata	Bandara Silangit	Rp 73.000	Rp 117.000
Pelabuhan Ajibata	Pelabuhan Tigaras	Rp 71.000	Rp 110.000
Pelabuhan Tigaras	Bandara Kualanamu	Rp 81.000	Rp 142.000
Pelabuhan Tigaras	Bandara Silangit	Rp 75.000	Rp 122.000
Pelabuhan Tigaras	Pelabuhan Ajibata	Rp 71.000	Rp 110.000

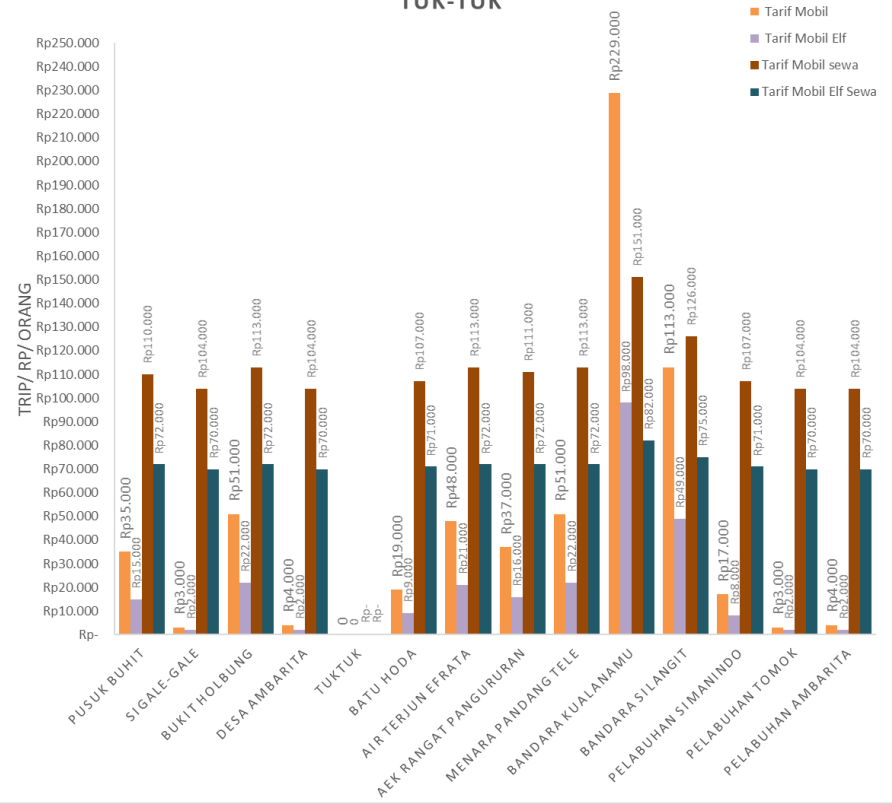
5. Perbandingan biaya moda transportasi masing-masing rute

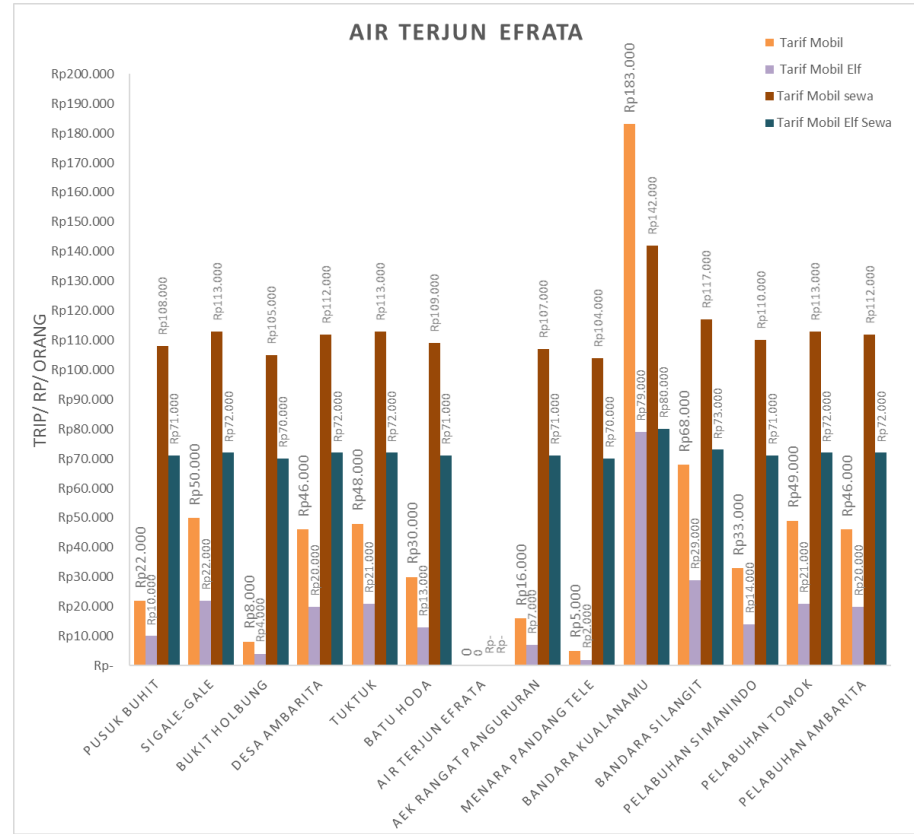
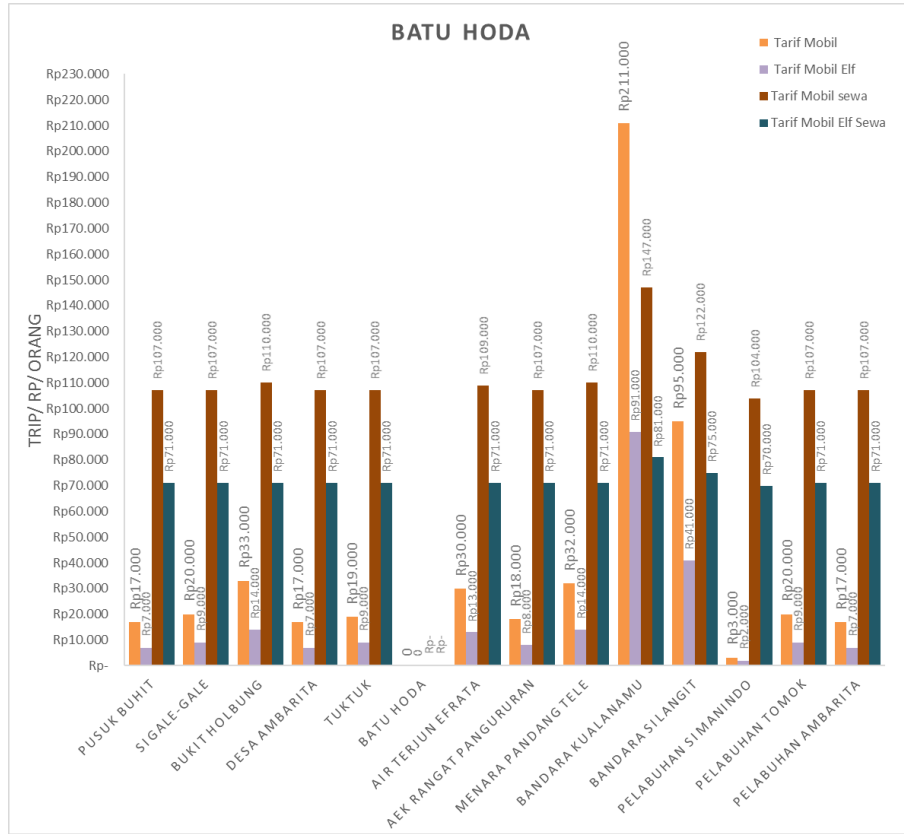


DESA AMBARITA



TUK-TUK





Lampiran 2. Perhitungan Kapal Baru

Muatan		Jumlah		Jumlah SUP
	Penumpang		1,00 SUP	128
Gol I	Sepeda	=	2,23 SUP	0
Gol II	Sepeda Motor (<500 cc)	=	4,02 SUP	0
Gol III	Sepeda Motor (>500 cc)	=	8,67 SUP	0
Gol IV A	Mobil (L<=5m) + penumpang	=	32,09 SUP	12
Gol IV B	Mobil (L<=5m) (kend barang dan muatan)	=	33,26 SUP	2
Gol V A	Bus, Truk (L<=7m) + penumpang	=	60,48 SUP	4
Gol V B	Bus, Truk (L<=7m) (kend barang dan muatan)	=	61,55 SUP	0
Gol VI A	Bus,Truk (L 7-10m) + penumpang	=	100,51 SUP	0
Gol VI B	Bus,Truk (L 7-10m) (kend barang dan muatan)	=	103,19 SUP	0
Gol VII	Truk Tronton(L 10-12m)	=	135,21 SUP	0
Gol VIII	Truk Tronton (L>12-16m)	=	188,75 SUP	0
Gol IX	Truk Tronton (L>16m)	=	272,74 SUP	0
Jumlah				821,52

OPERATIONAL ASSUMPTION		
Ports of call	Ajibata-Tomok	
Vs	<i>knot</i>	9
Jumlah kendaraan	<i>Unit/trip</i>	18
Jarak	<i>Nm</i>	6,5
Total Distance	<i>Nm</i>	13
Idle Time	<i>hrs/ R.trip</i>	0
Waiting Time	<i>hrs/ R.trip</i>	0
Sea Time	<i>hrs/ R.trip</i>	1,44
Total Port Time	<i>hrs/ R.trip</i>	1,00
TOTAL TIME	<i>hrs/days</i>	12,22
	<i>days/R.trip</i>	1
Frekuensi	<i>R.trip/days</i>	5
Annual Docking	<i>day</i>	35
Comission days	<i>day</i>	365
Total Rtrip per year	<i>R.Trips</i>	1650
Total Kendaraan per year	<i>Unit/year</i>	29.700
Hari efektif	<i>day/year</i>	330

PERHITUNGAN KOEFISIEN

INPUT DATA :

Lpp =	34,76 m	Vs =	10 knot
B =	10,00 m	V =	5,14 m/s
H =	3,90 m	ρ =	1,025 ton/m ³
T =	2,90 m	Lwl =	36,15 m
Fn =	0,27	g =	9,81 m/s ²

Formula Perhitungan Coefficient - Coefficient pada Kapal :

1. Froude Number

Fn Froude number = $V/\sqrt{(gL)}$, nondimensional

$$Fn = V/\sqrt{(gL)}$$

g.Lwl = 354,63

Fn = 0,273

2. Perhitungan Rasio Ukuran Utama :

L/B = 3,48

B/T = 3,45

L/T = 11,99

T/H = 0,74 *Practical Ship Design halaman 71*

Ratio of length to breadth = L/B Approx. range 3.5 to 10.
 Ratio of length to draft = L/T Approx. range 10 to 30.
 Ratio of breadth to draft = B/T Approx. range 1.8 to 5.

Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19

3. Block Coefficient (Watson & Gilfillan)

$$C_B = -4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3$$

Parametric design chapter 11, p11-11

$$C_b = -4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3$$

untuk $0,15 \leq Fn \leq 0,3$

Cb = 0,579

4. Midship Section Coefficient (Series 60')

$$C_M = 0.977 + 0.085 (C_B - 0.60) \quad [16]$$

$$C_M = 1.006 - 0.0056 C_B^{-3.56} \quad [17]$$

$$C_M = (1 + (1 - C_B)^{3.5})^{-1} \quad [18]$$

Parametric Design chapter 11, p11-12

$$C_m = 0.977 + 0.085(C_b - 0.60)$$

Cm = 0,975

$0,75 \leq C_m \leq 0,995$

(DITERIMA)

5. Waterplan Coefficient

Parametric Design chapter 11, p11-16

$$C_{wp} = 0,180 + 0,860 C_p$$

Cwp = 0,691

6. Prismatic Coeffisien

$$C_p = C_b/C_m$$

Parametric Design chapter 11

$$C_p = \mathbf{0,594}$$

7. Longitudinal Center of Bouyency LCB

$$LCB = 8.80 - 38.9 F_n \quad [32]$$

$$LCB = -13.5 + 19.4 C_p \quad [33]$$

Parametric Design chapter 11, p11-19

$$LCB = 8,80 - 38,9 F_n \quad \text{dalam \%}$$

$$LCB = \mathbf{-1,818} \quad \%L_{pp}$$

$$LCB = \mathbf{18,012} \quad m \text{ dari FP}$$

$$LCB = \mathbf{16,748} \quad m \text{ dari AP}$$

8. Lwl

$$Lwl = 104\% * L_{pp}$$

$$Lwl = \mathbf{36,150}$$

9. Volume Displasemen (m^3)

$$\text{Volume Displasemen} = L.B.T.C_b$$

$$\text{Volume Displasemen} = \mathbf{607,31 \text{ m}^3}$$

10. Displasemen (ton)

$$\text{Displasemen} = L.B.T.C_b.p$$

$$\text{Displasemen} = \mathbf{622,49 \text{ ton}}$$

Fn	0,273	Cwp	0,691
Lpp (m)	34,76	Cp	0,594
B (m)	10,00	LCB %	-1,818
T (m)	2,90	LCB (m)	- 0,632
H (m)	3,90	LCB dari FP (m)	18,012
Cb	0,579	Lwl (m)	36,15
Cm	0,975	Displ (ton)	622,49
Vol Displ (m^3)	607,31		

Resistance Calculation

[Holtrop & Mennen Method]

Choice No.	C _{stem}	Used for
1	-25	Pram with Gondola
2	-10	V - Shaped Sections
3	0	Normal Sectional Shape
4	10	U - Shaped Section With Hogner Stem

Perhitungan :

Viscos Resistance

Principle of Naval Architec

$$Lwl = 104\% \cdot Lpp = \mathbf{36,150 \text{ m}}$$

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}} = \mathbf{0,273}$$

v = Kinematika viscosity
v = 1,18831 · 10⁶ m/s²

• C_{F0} (Friction Coefficient - ITTC 1957)

$$R_n = L_{wl} \cdot \frac{V_s^2}{v} \quad v = \mathbf{1188310,00}$$

$$= \mathbf{0,00016}$$

C_{F0} = friction coefficient according to the ITTC-1957 friction line according to the formula

$$C_{F0} = \frac{0,075}{(\log Rn - 2)^2} = \mathbf{0,002}$$

$$C_{F0} = \frac{0,075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$$R_n = L_{wl} \cdot \frac{V_s^2}{v} \quad v = 1.18831 \cdot 10^6$$

$$= \mathbf{0,00016}$$

$$Rn = v \cdot \frac{LWL}{v}$$

• Harga 1 + k₁

$$1 + k_1 = 0,93 + 0,487c \left(\frac{B}{L}\right)^{1,0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0,4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0,1216} \cdot \left(\frac{L}{V}\right)^{0,3649} \cdot (1 - C_p)^{-0,6042}$$

$$= \mathbf{1,063566345}$$

$$c = 1 + 0,011 c_{stem} \quad c_{stem} = 0, \text{ karena bentuk Afterbody normal}$$

$$= 1$$

$$\frac{L_R}{L} = 1 - C_p + \frac{0,06 C_p \cdot LCB}{(4C_p - 1)}$$

$$= \mathbf{0,390}$$

$$Lwl^3 / V = \mathbf{77,790}$$

$$S = L(2T+B)C_M^{0,5} (0,4530 + 0,4425C_B - 0,2862C_M - 0,00346\frac{B}{T} + 0,3696C_{wp}) + 2,38\frac{A_{BT}}{C_B}$$

$$= \mathbf{380,0}$$

$$R_V = 1/2 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_{F0} \cdot (1 + k_1) \cdot S$$

$$R_V = \frac{1}{2} \rho V^2 C_{F0} (1 + k_1) S \quad (67)$$

$$= \mathbf{12,174 \text{ kN}}$$

• Wetted Surface Area

A_{BT} = cross sectional area of bulb in FP

= 10% . B.T.Cm

= **0,0000**

$$S = L(2T + B)C_M^{0.8} (0.4530 + 0.4425 C_B - 0.2862 C_M - 0.008467 B/T + 0.8696 C_{WP}) + 2.88 A_{BT}/C_B$$

$S_{Rudder} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot \frac{1.75 \cdot L \cdot T}{100}$

= **3,528**

$S_{Bilge\ Keel} = L_{Keel} \cdot H_{Keel} \cdot 4$

$L_{Keel} = 0.6 \cdot C_b \cdot L$

$H_{Keel} = 1.8 / (C_b - 0.2)$

= **22,934**

= **12,08169**

= **0,475**

S_{app} = total wetted surface of appendages

= $S_{Rudder} + S_{Bilge\ Keel}$

= **26,462**

S_{tot} = wetted surface of bare hull and appendages

= $S + S_{app}$

= **406,414**

• Harga 1 + k2

$$(1 + k_2)_{effective} = \frac{\sum S_i (1 + k_2)_i}{\sum S_i}$$

$(1+k_2)_{effective} = \frac{\sum S_i (1 + k_2)_i}{\sum S_i}$

= **1,4**

Harga (1+k2) = 1,3 -1,5 → rudder of singlescrewship

= 1,4 → for Bilge Keel

$1 + k = 1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \frac{S_{app}}{S_{tot}}$

= **1,085**

(Practical Ship Design - W

$R_{APP} = 1/2 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_{FO} \cdot (1+k_2) \cdot S_{APP}$

= **1,116 kN**

$$R_{app} = 1/2 \cdot C_f \cdot r \cdot S_{app} \cdot V^2 \cdot (1 + K_2)$$

Wave Making Resistance

$C_i = 2223105 C_4^{3.7861} \left(\frac{T}{B}\right)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$

= **14,917**

$C_4 = B/L \rightarrow 0.11 \leq B/L \leq 0.25$

$B/L = \mathbf{0,277}$

= **0,277**

Even Keel → $T_a = T$

$T_f = T$

$i_E = 12567 \frac{B}{L} - 16225 C_p^2 + 23432 C_p^3 + 0.155 \left(LCB + \frac{6.8(T_a - T)}{T} \right)^3$

= **26,528**

• **Harga m_1**

$$m_1 = 0.01404 \frac{L}{T} - 1.7525 \nabla^{\frac{1}{3}} / L - 4.7932 B / L - C_5$$

$$= -2,932$$

$$C_5 = 8.03798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p \quad \rightarrow C_p \leq 0.8$$

$$= 1,370$$

• **Harga m_2**

$$m_2 = C_6 0.4 e^{-0.034 F_n^{-3.29}} \quad F_n^{-3.29} = 0,03011$$

$$= -0,0593 \quad L^3/V \leq 512 \quad L^3/V = 69,155$$

$$C_6 = -1,69385 \quad \rightarrow$$

• **Harga λ**

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B \quad \rightarrow L/B \leq 12$$

$$= 0,7505$$

• **Harga C_2**

$$C_2 = e^{-1,89} \cdot \frac{A_{BT} \cdot \gamma_B}{B \cdot T \cdot (\gamma_B + i)} \quad d = -0,9$$

$$\gamma_B = 0,56 \cdot A_{BT}^{0,5}$$

$$= 0,0000$$

$$i = Tf - hb - (0,4464 \cdot \gamma_B) \quad Tf = \text{Moulded draft at } FP = T$$

$$= 1,2425$$

$$hb = 85\% \cdot D/2$$

$$= 1,6575$$

$$C_2 = 1,0000$$

• **Harga C_3**

$$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (B \cdot T \cdot C_M) \quad A_T = 0$$

$$= 1,0 \quad A_T = \text{the immersed area of the transom at zero speed}$$

Saat $V = 0$, Transom tidak tercelup air

• **Harga R_w/w**

$$\frac{R_w}{W} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 \cdot F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})\}}$$

$$= 0,0013$$

• **C_A (Correlation Allowance)**

$$C_A = 0.006 (Lwl + 100) - 0.16 - 0.00205 \quad \rightarrow Tf/Lwl \geq 0.04 \quad Tf/Lwl = 0,080$$

$$= 0,0007$$

• **W (gaya berat)**

$$W = \Delta \cdot g$$

$$= 6106,6300 \text{ N}$$

• **R_{total}**

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F (1 + k) + C_A] + \frac{R_w}{W} W$$

$$= 24,692 \text{ N}$$

$$= 0,025 \text{ kN}$$

• **$R_{total} + 15\%$ (margin)**

$$= 0,0284 \text{ kN}$$

$$= 28,396 \text{ N}$$

Crew List

Ship's Main Dimension			C_{st} (Coef steward dept 1,2 - 1.33)
L_{pp} (m)	=	34,76	C_{dk} (Coef deck dept. 11,5 - 14,5)
L_{wl} (m)	=	36,15	C_{eng} (Coef engine dept 8,5 - 11,0 diesel)
B (m)	=	10,00	Input Data
D (m)	=	3,90	P_B (kW) = 0,37
T (m)	=	2,90	P_B (HP) = 0,50
V_s (m/s)	=	5,14	

<i>Chapter 11 Parametric Design : Michael G. Parsons (page 24-26)</i>			
Crew Total			
C_{st}	=	1,20	
C_{dk}	=	11,50	
C_{eng}	=	8,50	
cadet	=	2,00	
Z_c	=	$C_{st} \cdot C_{dk} (L \cdot B \cdot H \cdot 35/10^5)^{1/6} + C_{eng} \cdot (BHP/10^5)^{1/3} + \text{cadet}$	
Z_c	=	10,00	

Ruang	Crew
<i>Main</i>	
Sea Man	= 2
second Officer	= 1
Second Engineer	= 1
Third Officer	= 1
Third Engineer	= 1
Electrician	= 1
Total	= 7
<i>Layer 2</i>	
Chief Officer	= 1
Master/Captain	= 1
Chief Engineer	= 1
Total	= 3

BERAT PERMESINAN

Main Engine

W_{me} = **1,4 ton**

Auxiliary Engine

W_{ae} = **2,0 ton** peraux eng. = **1 ton**

Shafting

(Ship Design for Efficiency & Economy; page 175)

$W_s = l_p \cdot 0.081(PD/n)^{2/3}$ (*asumsi material memiliki tensile strength 700N/mm²*)

0,01 ton ds = 0,400 m

n (rpm) = 130 l_p = 6 (*asumsi panjang shaft 6 m*)

Gearbox

W_{gr} = 0.37(PB/n) n = 130 (*asumsi rpm propeller*)

0,00 ton

Propeller

(Ship Design for Efficiency & Economy; page 175)

$W_p = D^3 \cdot K$ (*asumsi material berbahan 'manganese bronze'*)

0,348 ton z = 4 (*asumsi menggunakan 4 daun*)

D = 1,88

$A_E/A_0 = 0,4$ (*PNA vol II; page 166*)

K = 0,052 (*Ship Design for Efficiency & Economy; page 176*)

(Ship Design for Efficiency & Economy; page 177)

W_{other} = (0.04-0.07)P

11,92 ton P = 298 kW

Electrical Unit

(Ship Design for Efficient & Economy Schneekluth Vol 2. hal 176)

W_{Agg} = 0,001 · PB (15 + 0,014·PB)

W_{Agg} = **5,713 ton**

TOTAL WEIGHT

21,390 ton

LWT

HULL WEIGHT (LWT)

L =	34,76 m	T =	2,90 m
B =	10,00 m	C _B =	0,58
H =	3,90 m	C _M =	0,98

Volume Deckhouse	Volume Superstructure
<p>• Car Deck A (Layer -I)</p> <p>panjang (L_{D2}) = 70% L = 0,00 m</p> <p>lebar (B_{D2}) = B → Gangway = 0,00 m</p> <p>tinggi (h_{D2}) = asumsi 4,2 m = 4,20 m</p> <p>V_{DH-layer II} = L_{D2} · B_{D2} · h_{D2} = 0,00 m³</p> <p>• Car Deck B (Layer I)</p> <p>panjang (L_{D3}) = 85% L = 29,55 m</p> <p>lebar (B_{D3}) = B = 10,00 m</p> <p>tinggi (h_{D3}) = asumsi 4,2 m = 4,20 m</p> <p>V_{DH-layer III} = L_{D3} · B_{D3} · h_{D3} = 1240,93 m³</p> <p>• R. Akomodasi (Layer II)</p> <p>panjang (L_{D4}) = 65% L = 22,59 m</p> <p>lebar (B_{D4}) = B - 2m = 8,00 m</p> <p>tinggi (h_{D4}) = asumsi 2,5 m = 2,60 m</p> <p>V_{DH-layer IV} = L_{D4} · B_{D4} · h_{D4} = 469,95 m³</p> <p>• Volume wheel house</p> <p>panjang (L_{WH}) = 5% L = 1,74 m</p> <p>lebar (B_{WH}) = B - 8m = 2,00 m</p> <p>tinggi (h_{WH}) = asumsi 2,5 m = 2,60 m</p> <p>V_{DH-wheel house} = L_{WH} · B_{WH} · h_{WH} = 9,04 m³</p>	<p>• Volume Forecastle</p> <p>panjang (L_F) = 12% L = 4,17 m</p> <p>lebar (B_F) = selebar kapal = 10,00 m</p> <p>tinggi (h_F) = asumsi 2,5 m = 2,50 m</p> <p>V_{Forecastle} = 0,5 · L_F · B_F · h_F = 52,139861 m³ 3,128 ton</p> <p>• Volume Poop</p> <p>panjang (L_p) = 8% L = 2,78 m</p> <p>lebar (B_p) = selebar kapal = 10,00 m</p> <p>tinggi (h_p) = asumsi 2,5 m = 2,5 m</p> <p>V_{Poop} = L_p · B_p · h_p = 69,5198146 m³</p> <p>Ramp Door</p> <p>panjang (L_{Rd}) = L = 0,00 m</p> <p>lebar (B_{D4}) = B = 10,00 m</p> <p>tinggi (h_{D4}) = asumsi 2,5 m = 2,50 m</p> <p>V_{DH-layer IV} = L_{D4} · B_{D4} · h_{D4} = 25,00 m²</p> <p>WRd = 4,000 ton</p>

EQUIPMENT & OUTFIT

Group I (Accommodation)

(Ship Design for Efficiency & Economy; page 171-172)

$$W_a = C_a \cdot \text{Accommodation Vol} \quad 160 \text{ kg/m}^2$$

$$C_a = 60 \text{ kg/m}^3$$

WDeckhouse =	110,49	Vol Deckhouse=	1841,58 m³
---------------------	---------------	-----------------------	------------------------------

Wlayer -I =	-	Vol Layer -I =	0,00
-------------	---	----------------	------

Wlayer I =	74,46	Vol Layer I =	1240,93
------------	-------	---------------	---------

Wlayer II =	28,20	Vol Layer II =	469,954 m ³
-------------	-------	----------------	------------------------

Wlayer III =	0	Vol Layer III =	0,000 m ³
--------------	---	-----------------	----------------------

Wlayer IV =	0	Vol Layer IV =	0,000 m ³
-------------	---	----------------	----------------------

Wwheelhouse =	0,54	Vol Wheelhouse =	9,038 m ³
---------------	------	------------------	----------------------

W Poop	4,17	Vol Poop	69,520 m ³
--------	------	----------	-----------------------

W Forcastle	3,13	Vol Forcastle	52,14 m ³
-------------	------	---------------	----------------------

W _a =	110,49 ton		1841,58
------------------	-------------------	--	---------

Group II (Miscellaneous)

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172)

$$C = 0,18 \text{ ton/m}^2$$

$$(0.18 \text{ ton/m}^2 < C < 0.26 \text{ ton/m}^2)$$

$$W_m = (\text{LBD})^{2/3} \cdot C = 22,05 \text{ ton}$$

E & O WEIGHT TOTAL =	136,543 ton
---------------------------------	--------------------

Sehingga :

V Layer -I =	0,00 m ²
V Layer I =	1240,93 m ³
V Layer II =	469,95 m ³
V Wheelhouse =	9,04 m ³
V Total (deckhouse) =	1719,92 m ³
h camber =	0,20 m
C3 =	0,44 (<i>Ship Design for Efficiency & Economy; page 156</i>)

Steel Weight*(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156)*

dengan

Cso =	0,058 t/m ³
Δ =	622,49 ton
u =	0,79 $-(0.5*u+0.1*u^{2.45}) = -0,45392$
Cs =	0,10
DA =	9,20
V superstructure =	121,66 m ³ 7,30 ton
V deckhouse =	1719,92 m ³ 103,20 ton
Cbd =	0,62
C1 =	0,11
Vu =	Vd + Vs + Vb + V1
V deck =	844,31 m ³
Wst =	L . B . DA . Cs
Wst =	315,40 ton

LWT TOTAL

MACHINERY WEIGHT =	21,39 ton
EQ & OUTFIT WEIGHT =	136,5 ton
STEEL WEIGHT =	315,4 ton

LWT TOTAL = 473,334 ton**Koreksi Displasemen**

LWT + DWT	Displasemen	Hasil Koreksi	STATUS
610,27	622,49	2,002 %	YES

DWT

Jumlah Kru Kapal = 10,00 orang

CONSUMABLE ITEM WEIGHT (DWT)

Crew and Luggage

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-25)

$$W_{C\&E} = 0.17 \text{ ton/person}$$

$$W_{C\&E} = \mathbf{1,70 \text{ ton}}$$

Main Engine Fuel Oil

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-24)

$$W_{FO} = \text{SFOC} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range} / \text{speed} \cdot \text{margin}$$

$$V_f = W_{FO} / \rho_{FO} + \text{koreksi}$$

dengan :

$$\text{SFOC} = 0,00010 \text{ ton / kW hr} \quad (\text{Diesel Consumption})$$

$$\text{MCR} = 298 \text{ kWh}$$

$$\text{Sea T.} = 1,44 \text{ jam}$$

$$\text{margin} = 10\% \text{ (5\% - 10\%)}$$

$$\rho_{FO} = 0,86 \text{ ton / m}^3 \quad ; \text{Diktat IGM Santosa Penambahan 2\% untuk}$$

$$\text{koreksi} = 0,0018 \quad \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas}$$

massa jenis MFO = 0.86 ton/m³

$$\text{untuk SFOC} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range} / \text{speed} \text{ (} W_{FO} \text{)} = 0,044 \text{ ton/R.trip}$$

$$W_{FO} = 0,049 \text{ ton/R.trip}$$

$$W_{FO} = 0,243847 \text{ ton/hari}$$

$$\text{untuk } W_{FO} / \rho_{FO} = 0,057 \text{ m}^3$$

$$V_{FO} = 0,058 \text{ m}^3$$

Auxiliary Engine Fuel Oil

$$W_{DO} = \text{SFOC} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range} / \text{speed} \cdot \text{margin}$$

$$V_{DO} = W_{DO} / \rho_{DO} + \text{koreksi}$$

dengan :

$$\text{SFOC} = 0,00021 \text{ ton / kW hr}$$

$$\text{MCR} = 162 \text{ kWh}$$

$$\text{Total Time} = 2,44 \text{ jam}$$

$$\text{margin} = 10\% \text{ (5\% - 10\%)}$$

$$\rho_{FO} = 0,95 \text{ ton / m}^3$$

$$\text{koreksi} = 0,003$$

$$\text{untuk SFOC} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range} / \text{speed} \text{ (} W_{DO} \text{)} = 0,084 \text{ ton} \quad \text{untuk } W_{DO} / \rho_{DO} = 0,088 \text{ m}^3$$

$$W_{DO} = 0,010 \text{ ton}$$

$$V_{DO} = 0,092 \text{ m}^3$$

$$W_{DO} = 0,0524 \text{ ton/hari}$$

Lubricating Oil

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-24)

$$W_{LO} = 0,00423401 \text{ ton/hari}$$

$$V_{LO} = W_{LO} / \rho_{LO} + \text{koreksi}$$

dengan :

$$\rho_{LO} = 0,9 \text{ ton / m}^3$$

$$\text{koreksi} = 0,000$$

$$\text{untuk } W_{LO} / \rho_{LO} = 0,005 \text{ m}^3$$

$$V_{LO} = 0,005 \text{ m}^3$$

Fresh Water

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-24)

$W_{FW} = 0.15 \text{ ton / (person.day)}$; PM No. 15 tahun 2017

$$W_{FW} = 1,461 \text{ ton/hari}$$

$$V_{FW} = W_{FW} / \rho_{FW} + \text{koreksi}$$

dengan :

$$\begin{aligned} \rho_{FW} &= 1,000 \text{ ton / m}^3 \\ \text{day} &= 1,00 \text{ hari} \\ \text{koreksi} &= 0,0292 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{untuk } W_{FW} / \rho_{FW} = 1,461226 \text{ m}^3$$

$$V_{FW} = 1,490 \text{ m}^3$$

Provision and Store

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-25)

$W_{PR} = 0.01 \text{ ton / person.day}$

$$W_{PR} = 0,10 \text{ ton/hari}$$

$$V_{PR} = W_{PR} / \rho_{PR} + \text{koreksi}$$

dengan :

$$\begin{aligned} \rho_{PR} &= 0,756 \text{ ton / m}^3 \\ \text{day} &= 1,000 \\ \text{koreksi} &= 0,005 \end{aligned}$$

$$\text{untuk } W_{PR} / \rho_{PR} = 0,132 \text{ m}^3$$

$$V_{PR} = 0,138 \text{ m}^3$$

$$\text{DWT total} = 136,937 \text{ ton}$$

Perhitungan Jumlah Muatan

Muatan	Jumlah	Dimensi (m)		
		P	L	T
Mobil	20	4,14	1,66	4,20
Mobil (Pickup)	4	4,155	1,68	4,20
Truk	3	6,7	2	4,20
Truk Tronton	-	7	2,5	4,20

; T setinggi ruang akomodasi

Muatan	Jumlah	P	L	T
Manusia	128	1	0,9	2,60
Kursi Tunggu		0,46	0,58	2,60
Total	128	1,46	1,48	2,60

1. Volume Per Kategori

- Penumpang	=	469,95 m ³
- Kendaraan Roda 4	=	153,09 m ³
Mobil	=	76,54 m ³
Pickup	=	38,27 m ³
Truk	=	38,27 m ³
Total volume	=	623,04 m ³

2. Jumlah Payload

- Penumpang	=	155	pax
- Kendaraan Roda 4	=		unit
Mobil	=	14	unit
Pickup	=	8	unit
Truk	=	4	unit

3. Berat Payload

- Penumpang	=	19,38	ton
- Kendaraan Roda 4	=	-	
Mobil	=	42,00	
Pickup	=	40	
Truk	=	32	
Total Payload	=	133,38	

HOLD VOLUME

$$\begin{aligned} h_{DB} &= 1,10 \text{ m} & L_{KM} &= 10,83 \text{ m} \\ L_{RM} &= 19,09 \text{ m} & L_{CF} &= 2,40 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan

1. Chamber

$$\begin{aligned} C &= \square(64\&1/50) \cdot B \\ &= 0,200 \text{ m} \\ C_m &= \square(64\&2/3) \cdot C \\ &= 0,133 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Sheer

kapal tidak menggunakan sheer

$$\begin{aligned} S_a &= 0 \text{ m} \\ S_f &= 0 \text{ m} \\ S_m &= 0 \text{ m} \end{aligned}$$

3. D' ; IGM Santosa hal. 58

$$\begin{aligned} D' &= H + C_m + S_m \\ &= 4,033 \text{ m} \end{aligned}$$

4. C_B Deck

$$\begin{aligned} \text{Section} &= \text{Normal Section} \\ c &= \frac{0}{C_B + c \cdot (H/T - 1) \cdot (1 - C_B)} \\ C_B \text{ Deck} &= \\ &= 0,579 \end{aligned}$$

5. Volume Dibawah Upperdeck Diantara L_{pp}

$$\begin{aligned} V_h &= C_B \text{ Deck} \cdot L_{pp} \cdot B \cdot D' \\ &= 812,159992 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

6. Volume Muatan Diatas Geladak

$$V_u = 1756,08 \text{ m}^3$$

7. Konstanta Deduction

$$s = 0,02$$

8. Kamar Mesin

$$\begin{aligned} \ell_{KM} &= 10,830 \text{ m} & 5,000 \\ b_{KM} &= 65\% \cdot B \\ &= 6,500 \text{ m} \\ h_{KM} &= H \\ &= 3,900 \text{ m} \\ V_{KM} &= \ell_{KM} \cdot b_{KM} \cdot h_{KM} \\ &= 274,54 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

9. Ceruk Buritan

$$\begin{aligned} \ell_{CB} &= 5\% \cdot L_{pp} \\ &= 1,738 \text{ m} \\ b_{CB} &= 50\% \cdot B \\ &= 5,0000 \text{ m} \\ h_{CB} &= H \\ &= 3,900 \text{ m} \\ V_{CB} &= 0,5 \cdot \ell_{CB} \cdot b_{CB} \cdot h_{CB} \\ &= 16,945 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

10. Ceruk Haluan

$$\begin{aligned} \ell_{CH} &= 7\% \cdot L_{pp} \\ &= 2,433 \text{ m} \\ b_{CH} &= 50\% \cdot B \\ &= 5,00001168 \text{ m} \\ h_{CH} &= H \\ &= 3,900 \text{ m} \\ V_{CH} &= 0,5 \cdot \ell_{CH} \cdot b_{CH} \cdot h_{CH} \\ &= 23,724 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 11. V_m &= V_{KM} + V_{CB} + V_{CH} \\ &= 315,210 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12. V_r &= (V_h - V_m) \cdot (1 + s) + V_u \\ &= 2262,97244 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Koreksi

1. Double Bottom

$$\begin{aligned} \ell_{DB} &= \ell_{RM} \\ &= 19,092 \text{ m} \\ b_{DB} &= B \\ &= 10,000 \text{ m} \\ h_{DB} &= 1,100 \text{ m} \\ V_{DB} &= \ell_{DB} \cdot b_{DB} \cdot h_{DB} \\ &= 210,01 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Koferdam

$$\begin{aligned} V_{CF} &= \ell_{CF} \cdot b_{CF} \cdot h_{CF} \\ &= 26,400 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tidak Menggunakan Koferdam

3. Double Skin

$$\begin{aligned} L_{ds} &= 19,092 \text{ m} \\ B_{ds} &= 0,000 \\ H_{ds} &= H - H_{db} \\ &= 2,8 \text{ m} \\ V_{ds} &= L_{ds} \cdot B_{ds} \cdot H_{ds} \\ &= 0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume Ruang Muat

$$\begin{aligned} V_r' &= V_r - (V_{DB} + V_{DS} + V_{CF}) \\ &= 1,926,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Batasan Ruang Muat

$$\begin{aligned} \text{Massa Jenis} &= 0 \text{ kg/m}^3 \\ SV &= 0,00 \\ \text{Payload} &= 133,4 \text{ ton} \\ \text{Vol. Muatan} &= \text{Total Volume} \\ &\quad \text{Cardeck + Deckhouse} \\ &= 1719,92 \text{ m}^3 \\ \Delta \text{ Vol. Ruang Muat dan Vol. Muatan} &= 206,640 \text{ m}^3 \\ &= 10,7\% \\ \Delta \text{ Vol. Ruang Muat dan Vol. Muatan} &< 15\% \\ \text{Kondisi} &= \text{Accepted} \end{aligned}$$

TRIM

Input Data

L_{PP}	=	34,76	m
B	=	10,00	m
T	=	2,90	m
C_M	=	0,98	
C_B	=	0,58	
C_{WP}	=	0,69	
∇	=	607,31	m ³
KG	=	6,29	m
$LCG_{LWT FP}$	=	18,58	m
$LCB_{dari FP}$	=	18,01	m

Perhitungan :

Sifat Hidrostatik

1. KB

$$KB/T = 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B \quad ; \text{Parametric Ship Design hal. 11}$$

$$= 0,54949864$$

$$KB = KB/T \cdot T$$

$$= 1,59354605 \text{ m}$$

2. BM_T

Transverse Inertia Coefficient

$$C_I = 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041 \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 1.}$$

$$= 0,04300627$$

$$I_T = C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3 \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 1.}$$

$$= 1494,90083 \text{ m}^4$$

$$BM_T = \text{Jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang}$$

$$= I_T / \nabla \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 1.}$$

$$= 2,46152159 \text{ m}$$

3. BM_L

$$C_{IL} = \text{Longitudinal Inertia Coefficient}$$

$$= 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146 \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 1.}$$

$$= 0,03325085$$

$$I_L = C_{IL} \cdot B \cdot L_{PP}^3 \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 1.}$$

$$= 13964,8574 \text{ m}^4$$

$$BM_L = \text{Jarak titik tekan Bouyancy dan } M \text{ etacenter secara melintang}$$

$$= I_L / \nabla \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 1.}$$

$$= 22,9947011 \text{ m}$$

4. GM_L

$$GM_L = KB + BM_L - KG$$

$$= 18,30$$

5. Trim

$$\text{Trim} = ((LCG - LCB) \cdot L_{PP}) / GM_L \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 1.}$$

$$= 1,071$$

Kondisi Trim = **Trim Buritan**

6. Batasan Trim

$$\Delta (LCG - LCB) = 0,56$$

$$0,1\% \cdot L_{PP} = 0,03475983 \quad ; \text{SOLAS Chapter II-Part B}$$

Kondisi Batasan Trim = **DITERIMA**

Perhitungan Tonase

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

$$\begin{aligned}
 Z_c &= 10,00 \text{ orang} \\
 N_1 &= 2 \text{ orang} \quad ; \text{ asumsi jumlah penumpang dalam kabin} \\
 N_2 &= 8,00 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Gross Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_U &= \Delta \cdot ((1.25 \cdot H/T) - 0.115) \quad ; \text{ Volume dibawah geladak cuaca} \\
 & \quad ; \text{ Volume ruang tertutup} \\
 &= 974,841 \text{ m}^3 \quad \text{diatas geladak cuaca} \\
 V_H &= V_{PO} + V_{FC} + V_{DH} \\
 &= 1.841,58 \text{ m}^3 \\
 V &= V_U + V_H \\
 &= 2.816,42 \text{ m}^3 \\
 K_1 &= \\
 &= 0,12 \\
 GT &= V \cdot K_1 \\
 &= \mathbf{351 \text{ GT}}
 \end{aligned}$$

Net Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_r &= 1926,560 \text{ Total Volume ruang muat} \\
 K_2 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} [V_C] \\
 &= 0,26570 \\
 K_3 &= [1.25]^{((GT+10000)/10000)} \\
 &= 1,2598 \\
 a &= [K_2] \cdot V_r \cdot ((4 \cdot T)/(3 \cdot H))^2 \\
 &= 503 \\
 0.25 \cdot GT &= 88
 \end{aligned}$$

jadi, $a \geq 0.25 \cdot GT$

Kondisi

$$= \mathbf{OK}$$

$$NT = a + K_3 \cdot [N_1 + (N_1/10)]$$

$$= \mathbf{506}$$

$$0.30 \cdot GT = 105$$

jadi, $NT \geq 0.30 \cdot GT$

Kondisi

$$= \mathbf{OK}$$

Perhitungan Lambung Timbul

Input Data

H	=	3,90 m	
d	=	$0.85 \cdot H$	
	=	3,32 m	
$L_1 (1)$	=	$96\% \cdot LWL_{0.85D}$	
	=	34,70	
$L_1 (2)$	=	L_{PP}	
	=	36,15 m	
L_1	=	36,15 m	; L_1 diambil yang terbesar
B	=	10,00 m	
C_B	=	$\nabla / (L_1 \cdot B \cdot d)$	
	=	0,58	
l_{FC}	=	4,17 m	; panjang forecastle
l_{PO}	=	2,78 m	; panjang poop

Tipe Kapal

*International Convention on Load Line 1996
as modified 1998 and 2003 - Regulation 27 Type of Ship*

Tipe = b

Lambung Timbul Standar (F_b)

*International Convention on Load Line 1996
as modified 1998 and 2003 - Table 28.2*

L_1 (m)	⇒	F_b (mm)	
36	⇒	300	
37	⇒	308	
<i>interpolasi</i>			
36,15	⇒	301,20 mm	
	⇒	0,301 m	

Koreksi

1. L ; $24 < L_{PP} < 100$
tidak ada koreksi; $L_{PP} > 100$
2. C_B ; $C_B > 0.68$

$$F_{b2} = F_b \cdot (C_B + 0.68) / 1.36$$

$$= 0,28$$

$$= 278,90 \text{ mm}$$
3. Depth (D)

$$L/15 = 2,41$$

untuk $L < 120m$; $R = L/0.48$
untuk $L > 120m$; $R = 250$

$$R = 75,31$$

jika, $D < L/15$; tidak ada koreksi
jika, $D > L/15$; $F_{b3} = F_{b2} + (R \cdot (H - (L/15)))$

$$F_{b3} = 391,11 \text{ mm}$$

Koreksi Bangunan Atas

1. Forecastle

$$L_1 \text{ (m)} \quad \Leftrightarrow \quad h_{st} \text{ (m)}$$

$$75 \quad \Leftrightarrow \quad 1,8$$

$$125 \quad \Leftrightarrow \quad 2,3$$

interpolasi

$$36,15 \quad \Leftrightarrow \quad 1,41 \text{ m}$$

$$t_{FC} = 2,50 \text{ m}$$

karena $t_{FC} > h_{st}$ maka

$$\begin{aligned} E_{FC} &= S_{FC} \\ &= 4,17 \text{ m} \\ &= 0,12 \cdot L \end{aligned}$$

2. Poop

$$L_1 \text{ (m)} \quad \Leftrightarrow \quad h_{st} \text{ (m)}$$

$$75 \quad \Leftrightarrow \quad 1,8$$

$$125 \quad \Leftrightarrow \quad 2,3$$

interpolasi

$$36,15 \quad \Leftrightarrow \quad 1,41 \text{ m}$$

$$t_{PO} = 2,5 \text{ m}$$

karena $t_{PO} > h_{st}$ maka

$$\begin{aligned} E_{PO} &= S_{PO} \\ &= 2,78 \text{ m} \end{aligned}$$

Total Panjang Efektif

$$\begin{aligned} E &= E_{FC} + E_{PO} \\ &= 6,95 \text{ m} \\ &= 0,2 \cdot L \end{aligned}$$

3. Pengurangan Akibat Bangunan Atas

$$L_1 \text{ (m)} \quad \Leftrightarrow \quad h_{st} \text{ (m)}$$

$$85 \quad \Leftrightarrow \quad 860 \quad ; \text{ regulation 37}$$

$$122 \quad \Leftrightarrow \quad 1070$$

Interpolasi

$$36,15 \quad \Leftrightarrow \quad 582,74$$

Pengurangan

$$= 14\% \cdot h_{st} ; \text{ regulation 37 table 37.1}$$

$$= 81,58 \text{ mm}$$

Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} F_b' &= F_{b3} - \text{Pengurangan} \\ &= 309,53 \text{ mm} \\ &= 0,310 \text{ m} \end{aligned}$$

Ketinggian Bow Minimum (B_{WM})

$$\begin{aligned} C_{B \text{ min}} &= 0,69 \\ C_B &= 0,58 \\ B_{WM} &= \\ &= 1864,34 \text{ mm} \\ &= 1,86 \text{ m} \end{aligned}$$

Batasan

1. Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned} F_{ba} &= H - T \\ &= 1,00 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

2. Ketinggian Bow

$$\begin{aligned} \text{Bow Heigh} &= F_{ba} + S_{FC} + T_{FC} \\ &= 5,500 \text{ m} \end{aligned}$$

Ketinggian Bow harus lebih besar dari Ketinggian Bow Minimum

$$\text{Kondisi} = \text{Accepted}$$

TITIK BERAT

LWT

1. Machinery Plant

(Parametric Design Page 11-25)

$$\begin{aligned} h_{db} &= 350 + 45B \\ &= 0,80 \text{ m} \\ \text{KG} &= h_{db} + 0.35 \cdot (H - h_{db}) \\ &= 1,885000811 \text{ m} \\ \text{LCB} &= \text{Panjang Ceruk Buritan} \\ &= 4\% \cdot L_{PP} \\ &= 1,390393045 \text{ m} \\ \text{LCG}_{FP} &= L_{WL} - \text{LCB} - 5 \\ &= 29,76 \text{ m} \\ \text{LCG}_M &= -(\text{LCG}_{FP} - 0.5 \cdot L_{PP}) \\ &= -12,38 \text{ m} \end{aligned}$$

Ship's Main Dimension		
L_{PP} (m)	34,76	m
L_{wl} (m)	36,15	m
B (m)	10,00	m
H (m)	3,90	m
T (m)	2,90	m
Vs (m/s)	5,14	m/s

2. Steel

$$\begin{aligned} C_{KG} &= \text{Koefisien KG Baja} \\ &= 0,695 \\ \text{KG} &= DA \cdot C_{KG} \\ &= 6,393 \text{ m} \\ \text{LCG}_{(\%)} &= -0,15 + \text{LCB}(\%) \\ &= -1,968 \% L \\ \text{LCG}_M &= \text{LCG}(\%) \cdot L_{PP} \\ &= -0,684 \text{ m} \\ \text{LCG}_{FP} &= 0.5 \cdot L_{PP} + \text{LCG}_M \\ &= 16,696 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Equipment & Outfitting

$$\begin{aligned} W_{E\&O} &= 136,543 \text{ ton} && 21,16408135 \\ \text{KG}_{E\&O} &= 5,150 \text{ m} \\ \text{LCG}_{E\&O} &= 21,164 \text{ m} && ; \text{ dari FP} \end{aligned}$$

DWT

1. Crew & luggage

Crew	=	10,00	
Weight/crt	=	170,00	kg
	=	0,17	ton/crew
Total Weight	=	$Z_c \cdot C_{c\&e}$	ton
	=	1,70	ton
KG _{Crew}	=	(W.KG)/total weight	
	=	9,00	m
LCG _{Crew}	=	(W.LCG)/total weight	
	=	13,23	m

2. Fresh Water

W_{FW}	=	1,46	ton
V_{FW}	=	1,49	m^3
H_{FW}	=	H-T	
	=	1,00	m
L_{FW}	=	0,98	m
B_{FW}	=	6,50	m
KG_{FW}	=	$H - T + (0.5 \cdot H_{FW})$	
	=	1,50	m
LCG _{FW (dt)}	=	$66 + 0.5 \cdot L_{FW}$	
	=	70,90	m

3. Lubricating Oil

W_{LO}	=	0,00	ton
V_{LO}	=	0,01	m^3
$H_{LO} (H_{DB})$	=	1,10	m
L_{LO}	=	0,00	m
B_{LO}	=	5,00	m
KG_{LO}	=	$0.5(H_{LO})$	m
	=	0,55	m
LCG _{LO (da)}	=	$5\% \text{ lpp} + L_{KM} + 0.5 L_{LO}$	
	=	12,57	m

4. Diesel Oil

W_{DO}	=	0,05	ton
V_{DO}	=	0,06	m^3
H_{DO}	=	2,46	m
L_{DO}	=	0,00	m
B_{DO}	=	6,50	m
KG_{DO}	=	$0.5(H_{DO})$	m
	=	1,23	m
DO (dari AP)	=	$5\% \text{ lpp} + L_{KM} + L_{LO} + 0.5 L_{DO}$	m
	=	12,57	m

5. Fuel Oil

W_{FO}	=	0,01	ton
V_{FO}	=	0,09	m^3
H_{FO}	=	2,46	m
B_{FO}	=	8,00	m
L_{FO}	=	0,00	m
KG_{FO}	=	$0.5(H_{FO})$	m
	=	1,23	m
LCG _{FO (da)}	=	$5\% \text{ lpp} + L_{KM} + L_{LO} + L_{DO} + 0.5 L_{FO}$	
	=	12,57	m
LCH	=	2,43	

6. Payload

W_{payload}	=	133,375	
KG_{payload}	=	$(H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB}$	
	=	2,500	m
LCG _{payload}	=	$(0.5 \cdot L_{RM}) + (0.5 \cdot \text{koferdam}) + L_{CH}$	
	=	13,179	m ; dari FP

TOTAL CENTER ESTIMATION

LWT

Machinery

W_M	=	21,39	ton
KG_M	=	1,89	m
LCG_M	=	29,76	m dari FP

Steel

W_S	=	315,40	ton
KG_S	=	6,39	m
LCG_S	=	16,70	m dari FP

Equipment & Outfitting

$W_{E\&O}$	=	136,54	ton
$KG_{E\&O}$	=	5,15	m
$LCG_{E\&O}$	=	21,16	m dari FP

LCG_{LWT}	=	18,58	m
-------------	---	-------	---

DWT

Payload

W_{payload}	=	133	ton
KG_{payload}	=	2,50	m
CG_{payload}	=	13,18	m

Crew & Consumable

$W_{C\&C}$	=	136,94	ton
$KG_{C\&C}$	=	5,45	m
$LCG_{C\&C}$	=	-4,55	m

DWT + LWT

$W_{(DWT+L)}$	=	610,27	ton
$KG_{(DWT+L)}$	=	6,29	m
$LCG_{(DWT)}$	=	16,27	m ; Dari FP
$LCG_{(DWT)}$	=	18,49	m ; Dari AP

Cost & Price Calculation

Referensi : Practical Ship Design , David G. M. Watson

Input Data :

$W_{ST} =$	315,40	ton
$W_{E\&O} =$	136,54	ton
$W_{ME} =$	21,39	ton
Kurs \$ =	Rp	14.006,0

Sumber : <https://id.valutafx.com/USD-IDR.htm> (pada 24 Oktober 2019)

Perhitungan :

Perhitungan Biaya (Cost)

• Structural Cost

$C_{ST} =$	2852,07
$P_{ST} =$	\$899.545,10

• Outfit Cost

$C_{E\&O} =$	11018,29
$P_{E\&O} =$	\$1.504.467,81

• Machinery Cost

$C_{ME} =$	14770,59
$P_{ME} =$	\$315.947,88

• Non Weight Cost

$$C_{NW} = 10\%$$

(ditentukan 10% untuk kapal dengan galangan besar)

$$P_{NW} = C_{NW} * (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME}) = \boxed{\$271.996,08}$$

• Total Cost

$$\text{Total Cost} = P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW} = \boxed{\$2.991.956,87}$$

Rp 41.905.347.948

Perhitungan Harga (Price)

Profit =	5,00	%
Nilai Inflasi =	3,39	% (BI September 2019,
Government =	9,00	%

• Koreksi :

Profit =	\$	149.597,84
Inflasi =	\$	101.427,34
Government =	\$	-269.276,12
• Price =	\$	2.973.705,93
	Rp	41.649.725.326

Biaya Kapital = Rp4.892.161.108,62 /tahun
 Rp14.824.730,63 /hari
 Rp2.964.946,13 /Roundtrip

Input Data

W _{ST}	=	315,40 Ton
W _{E&O}	=	136,54 Ton
W _{ME}	=	21,39 Ton
Harga baja (\$)	=	771 \$/Ton
Kurs (Rp)	=	14.006 Rp
Umur kapal	=	20 Tahun
Harga MFO	=	10.560 Rp/Liter
Harga HSD	=	13.110 Rp/Liter
Jumlah hari dalam 1 tahun	=	365 Hari/Tahun
Waktu untuk <i>Docking</i>	=	35 Hari/Tahun
Commission Day	=	330 Hari/Tahun

Lintasan terpilih

Jarak lintasan	=	13,00 Nm
Waktu berlayar	=	1,44 Jam/R. Trip
Waktu bongkar muat	=	1,00 Jam/R. Trip
Total waktu	=	3,00 Jam/R. Trip
		0,6 Hari/R. Trip
Jam buka	=	6:00:00
Jam tutup	=	21:00:00
Durasi waktu operasi	=	15,00 Jam/Hari
Frekuensi maks.	=	5,00 R. Trip/Hari
	=	1650 R. Trip/Tahun

2. Perhitungan Biaya Operasional

☉ Gaji Kru Kapal

Gaji Rata-Rata ABK dan Nahkoda Kapal		
DWT > 1500	445.064	Rp/Orang.Hari
500 < DWT < 1499	304.792	Rp/Orang.Hari
200 < DWT < 499	231.628	Rp/Orang.Hari
Tunjangan Rata-Rata ABK dan Nahkoda		
Tunjangan kru	20.000	Rp/Orang.Hari
Kesehatan & Kesejahteraan kru	20.000	Rp/Orang.Hari
200 < DWT < 499	271.628	Rp/Orang.Hari

sumber : PM No. 2 Tahun 2017

☉ Biaya Perbekalan dan Perlengkapan

Biaya Perbekalan		
Biaya makanan ABK	35.000	Rp/Orang.Hari
Harga air tawar	34.000	Rp/Ton
Kebutuhan air tawar	1,461	Ton/Hari

☉ Biaya Minyak Pelumas

Biaya Minyak Pelumas		
Biaya minyak pelumas	32.000	Rp/Liter
Kebutuhan minyak pelumas	4,602	Liter/R.trip

☉ Biaya Perbaikan dan Perawatan

Biaya Perbaikan dan Perawatan		
Biaya Perbaikan dan Perawatan	1.000.000	Rp/DWT
DWT kapal	136,94	Ton

☉ Biaya administrasi

Biaya Administrasi		
Biaya Perbaikan dan Perawatan	10%	Biaya Operasional
Biaya Operasional	2.251.121.390,30	Rp/tahun

☉ Biaya Asuransi Kapal

Biaya Asuransi Kapal		
Biaya Asuransi Kapal	1,20%	Harga Kapal
Harga kapal	656.387.654,29	Rp

Gaji Kru	=	271.628	Orang/Hari
Jumlah Kru	=	10	Orang
Total Gaji Kru	=	2.716.280	Rp/Hari
		896.372.400	Rp/Tahun

Biaya makanan ABK	=	350.000	Rp/Hari
Biaya air tawar	=	49.682	Rp/Hari
Total Biaya Perbekalan dan Perlengkapan	=	399.682	Rp/Hari
		1.214.977.388	Rp/Tahun

Biaya minyak pelumas	=	147.269,99	Rp/R.trip
	=	736.350	Rp/Hari
	=	1.214.977.388	Rp/Tahun

Biaya Perbaikan & Perawatan	=	1,000,000 . DWT	
	=	136.936.669	Rp/Tahun

Biaya Administrasi	=	10 % ; dari Operating cost
• Administrasi		
Asumsi kebutuhan =		10 % ; dari Operating cost
Biaya =		Rp 225.112.139,030 /tahun
		Rp/Tahun

Biaya Asuransi Kapal	=	1,20 % . Harga Kapal	per Tahun
	=	7.876.651,85	

Biaya Operasional	=	2.613.170.199
--------------------------	---	----------------------

3. Perhitungan Biaya Perjalanan

☉ Biaya Bahan Bakar

Konsumsi *Fuel Oil*

W_{FO}	=	0,04876936 Ton/R. Trip	Rp	176.226
Massa jenis	=	0,86 Ton/m ³	Rp	881.132
	=	56,71 Liter/R.Trip		290.773.412,50
W_{FO} dalam sehari	=	283,54 liter/Hari		

Konsumsi *Diesel Oil*

W_{DO}	=	0,010 Ton/R. Trip	Rp	72.221,64
Massa jenis	=	0,92 Ton/m ³	Rp	361.108
	=	11 Liter/R.Trip	Rp	119.165.702
W_{DO} dalam sehari	=	56,9162 Liter/Hari		

Biaya BBM	=	748.076,55 Rp/R.trip		
	=	3.740.382,74 Rp/Hari		409.939.114,5186
	=	1.234.326.303,18 Rp/Tahun		

1.234.326.303,18

☉ Biaya Pelabuhan

Ukuran Kapal	=	350,64 GT		
Jasa Sandar		Tomok	Rp	7.713,99 /kunjungan
		Ajibata	Rp	25.000,00 /kunjungan
		Tomok	Rp	38.569,96 /hari
			Rp	12.728.086,15 /tahun
		Ajibata	Rp	125.000,00 /hari
			Rp	41.250.000,00 /tahun

Total Biaya Pelabuhan **Rp 53.978.086,15 /Tahun**

Total Voyage Cost **Rp 1.288.304.389,33 /Tahun**

Total Biaya Transportasi Laut

T_{TL} = Biaya Kapital + Biaya Operasional + Biaya Bahan Bakar + Biaya Pelabuhan
 = **8.793.635.697 Rp/Tahun**

Perda Kab. Samosir No 13 Tahun 2011 Tentang Retribusi Jasa Usaha
 Perda Kab. Toba Samosir No 11 Tahun 2012 Tentang Retribusi Pelayanan

Biaya Total	=	Rp	8.793.635.696,51	/tahun
R.Trip	=			1650 /tahun
Biaya per trip	=	Rp	5.329.476,18	/R.trip
	=	Rp	2.664.738,09	/Trip
Profit (%)	=			5%
Harga per trip	=	Rp	2.797.974,99	

Unit Cost/SUP			Rp/SUP	3.406
----------------------	--	--	---------------	--------------

Lampiran 3. Hasil Solver Ukuran Utama

Decision Variable		
Total Cost	Rp/tahun	Rp 8.793.635.697
Unit Cost (SUP)	Rp/SUP	Rp 3.406

Variabel				
Ukuran Utama	Satuan	Batas bawah	nilai	Batas Atas
Lpp	m	34	34,76	50
B	m	10	10,00	15
H	m	3,9	3,90	4
T	m	2	2,90	2,9

Constrain					
Ukuran Utama	Satuan	Batas bawah	nilai	Batas Atas	Keterangan
L/B	m	2,80	3,48	10,00	OK
B/T	m	1,80	3,4	6,00	OK
L/T	m	10,00	11,99	30,00	OK
T/H	m	0,60	0,74	-	OK

Stabilitas					
Kriteria IMO		Batas bawah	nilai		Keterangan
$e_{0,30}^{\circ}$		0,055	0,197		Accepted
$e_{0,40}^{\circ}$		0,09	0,171		Accepted
$e_{30,40}^{\circ}$		0,03	0,031		Accepted
h_{30}°		0,2	3,8		Accepted
ϕ_{max}		25	29,2		Accepted
GM^0		0,15	1,95		Accepted

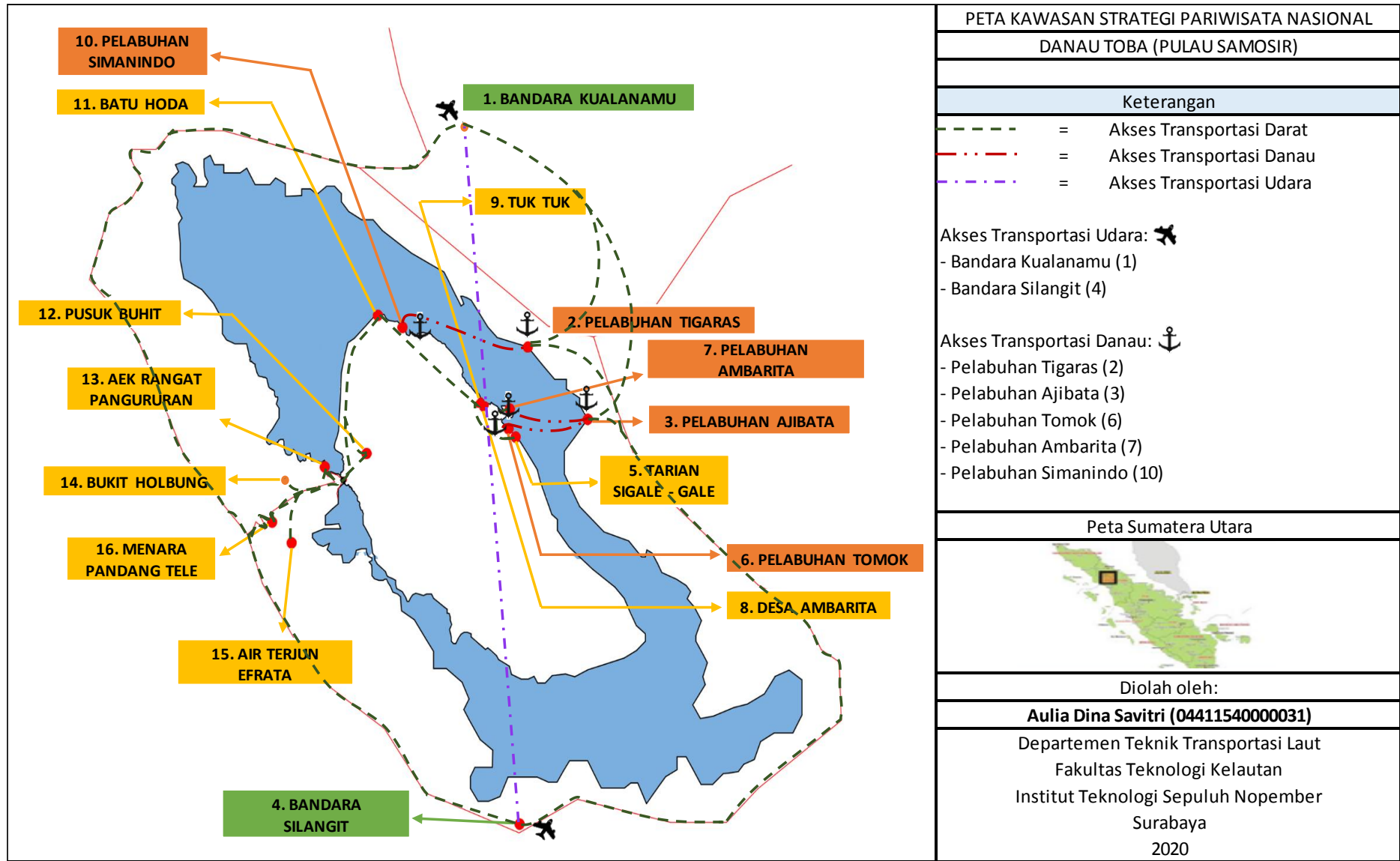
6. Freebord					
H-T	m	0,31	1,00		Accepted

Ruang Muat dan Volume Muatan		10,7%	15%		Accepted
Selish Disp dan Berat Kapal	610,27	622,49			Accepted

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Aulia Dina Savitri, dilahirkan di Surabaya, 11 Juli 1997. Penulis adalah kedua dari 3 bersaudara. Orang tua penulis Ayahanda Achmad Wahyu Hidayat dan Ibunda Dwie Wahyu Handajani. Pendidikan formal penulis dimulai dari SDN Keputih 245 (2003-2009), SMPN 30 Surabaya (2009-2012), SMAN 17 Surabaya (2012-2015), dan pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) melalui jalur SBMPTN. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai organisasi dan kegiatan, seperti LKMM Pra Tingkat Dasar Fakultas Teknologi Kelautan di tahun 2015, LKMM Tingkat Dasar Departemen Teknik Transportasi Laut di tahun 2015. Untuk organisasi yang pernah dilakukan oleh penulis diantaranya Sekretaris dan Bendera Departemen Sosial Masyarakat Bem FTK ITS 2017-2018. Bagi pembaca yang ingin menghubungi penulis bisa melalui e-mail ke: auliadin11@gmail.com.



PETA KAWASAN STRATEGI PARIWISATA NASIONAL

DANAU TOBA (PULAU SAMOSIR)

Keterangan

- - - = Akses Transportasi Darat
- . - . = Akses Transportasi Danau
- - - = Akses Transportasi Udara

Akses Transportasi Udara: ✈

- Bandara Kualanamu (1)
- Bandara Silangit (4)

Akses Transportasi Danau: ⚓

- Pelabuhan Tigaras (2)
- Pelabuhan Ajibata (3)
- Pelabuhan Tomok (6)
- Pelabuhan Ambarita (7)
- Pelabuhan Simanindo (10)

Peta Sumatera Utara



Diolah oleh:

Aulia Dina Savitri (0441154000031)

Departemen Teknik Transportasi Laut
 Fakultas Teknologi Kelautan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Surabaya
 2020

TABLE ORDINATE OF HALF BREATH

HALF BREATH (m)						
No.Station	Baseline	WL 1	WL 2.96	Main Deck	Car Deck	No.Station
Transom				1.8903	2.4536	Transom
AP				2.6416	3.1494	AP
ST 1				3.3064	3.7449	ST 1
ST 2			3.1823	3.7880	4.1438	ST 2
ST 3		1.7655	4.1801	4.3722	4.5764	ST 3
ST 4		3.1185	4.6450	4.7801	4.8238	ST 4
ST 5		3.8828	4.8939	4.9638	4.9638	ST 5
ST 6	2.5291	4.3415	5.0500	5.0500	5.0500	ST 6
ST 7	3.4061	4.6415	5.0500	5.0500	5.0500	ST 7
ST 8	3.7947	4.8523	5.0500	5.0500	5.0500	ST 8
ST 9	3.9430	5.0500	5.0500	5.0500	5.0500	ST 9
ST 10	3.9866	5.0500	5.0500	5.0500	5.0500	ST 10
ST 11	3.9931	5.0500	5.0500	5.0500	5.0500	ST 11
ST 12	3.9945	4.9414	5.0500	5.0500	5.0500	ST 12
ST 13	3.9429	4.8189	5.0500	5.0500	5.0500	ST 13
ST 14	3.7874	4.6097	4.9055	5.0500	5.0500	ST 14
ST 15	3.4425	4.2613	4.7091	4.7189	4.9774	ST 15
ST 16	2.9351	3.8304	4.4091	4.4415	4.8569	ST 16
ST 17	2.2609	3.3615	4.0201	4.0750	4.6268	ST 17
ST 18	1.1816	2.7961	3.5237	3.5976	4.2687	ST 18
ST 19		1.8541	2.7464	3.0122	3.7854	ST 19
FP			0.0000	2.3082	3.1641	FP

BODY PLAN

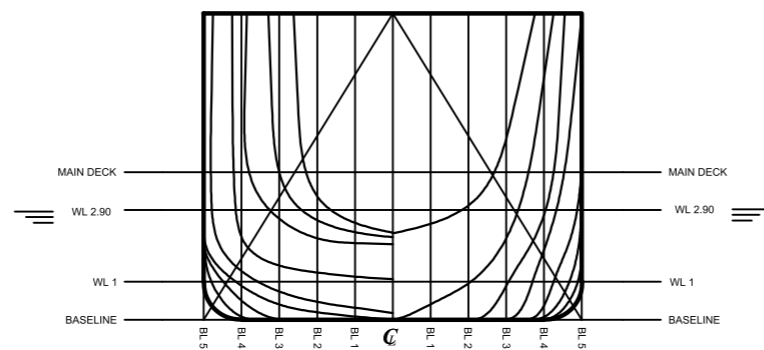
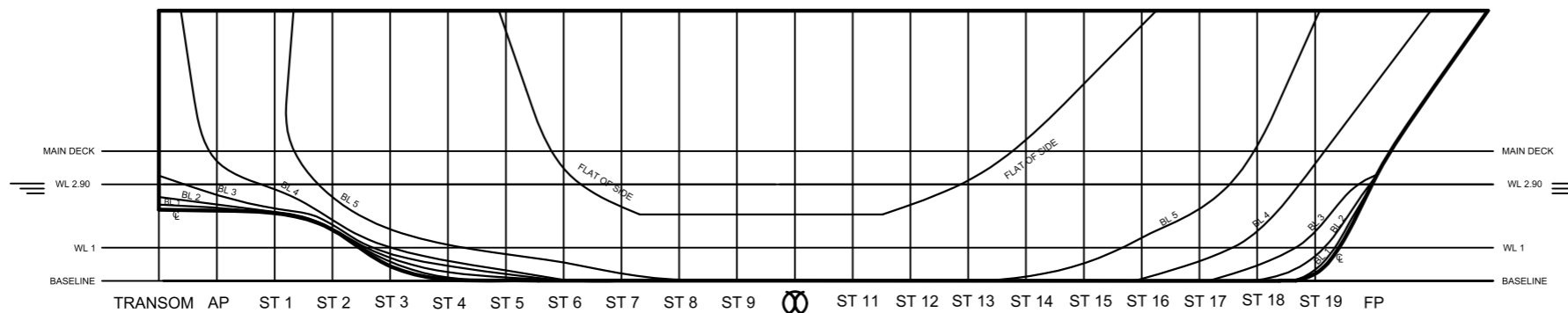


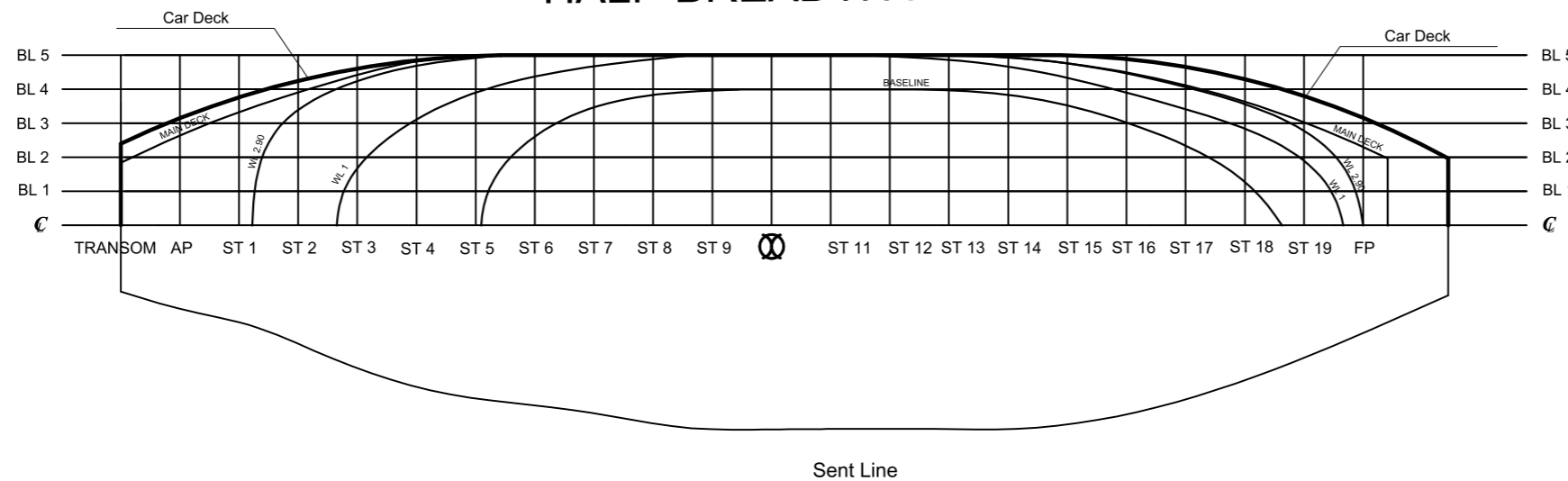
TABLE OF HEIGHT ABOVE BASELINE

HALF BREATH (m)										
No.Station	Center Line	BL 1	BL 2	BL 3	BL 4	BL 5	Flat of Side	Car Deck	Main Deck	No.Station
Transom	2.1405	2.2856	2.5092	3.1284				6.5000	2.9600	Transom
AP	2.1104	2.1964	2.2968	2.5881	3.6045			6.5000	2.9600	AP
ST 1	2.0433	2.0381	2.0822	2.1882	2.7781			6.5000	2.9600	ST 1
ST 2	1.5936	1.6079	1.6310	1.7582	1.9033	2.6173		6.5000	2.9600	ST 2
ST 3	0.5201	0.6482	0.7551	0.8682	1.0583	1.6191		6.5000	2.9600	ST 3
ST 4	0.0642	0.1334	0.2980	0.4854	0.6407	1.1327		6.5000	2.9600	ST 4
ST 5	0.0028	0.0079	0.1212	0.2401	0.3610	0.8447		6.5000	2.9600	ST 5
ST 6	0.0000	0.0000	0.0314	0.0420	0.0923	0.6136	3.8909	6.5000	2.9600	ST 6
ST 7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2879	2.4146	6.5000	2.9600	ST 7
ST 8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0531	1.9909	6.5000	2.9600	ST 8
ST 9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.9909	6.5000	2.9600	ST 9
ST 10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.9909	6.5000	2.9600	ST 10
ST 11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.9909	6.5000	2.9600	ST 11
ST 12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.4614	6.5000	2.9600	ST 12
ST 13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.2500	6.5000	2.9600	ST 13
ST 14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1806	4.5663	6.5000	2.9600	ST 14
ST 15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6210	6.2244	6.5000	2.9600	ST 15
ST 16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1184	1.4059		6.5000	2.9600	ST 16
ST 17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6534	2.2846		6.5000	2.9600	ST 17
ST 18	0.0000	0.0000	0.0401	0.5091	1.5960	4.2743		6.5000	2.9600	ST 18
ST 19	0.2498	0.3843	0.7957	1.5432	3.6070			6.5000	2.9600	ST 19
FP	2.9539	2.9703	3.0319	3.1449	5.8307			6.5000	2.9600	FP

SHEER PLAN



HALF-BREADTH PLAN



UKURAN UTAMA	
PANJANG SELURUHNYA	(Loa) = 42.92 M
PANJANG A.G.T	(LPP) = 34.76 M
LEBAR	(B) = 10.00 M
TINGGI	(H) = 3.90 M
SARAT	(T) = 2.90 M
KECEPATAN DINAS	(Vs) = 10 KNOT
ABK	= 10
PENUMPANG	= 128
KENDARAAN	= 14 MOBIL 8 PICKUP 4 TRUK



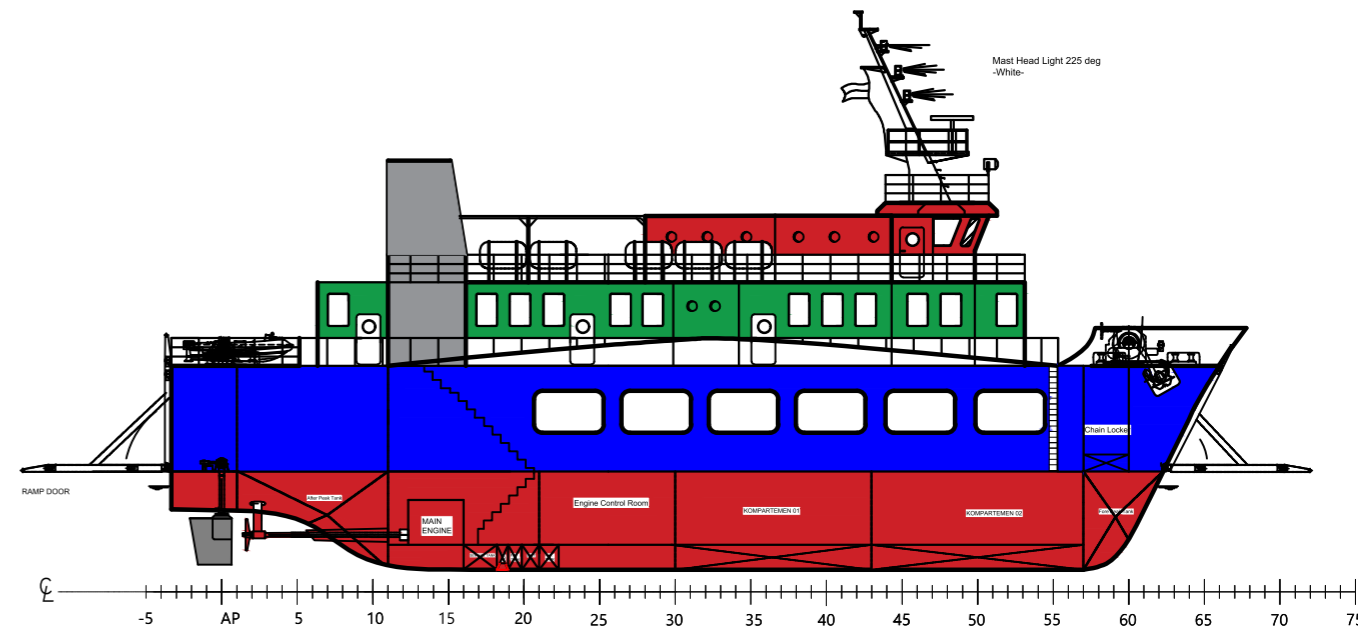
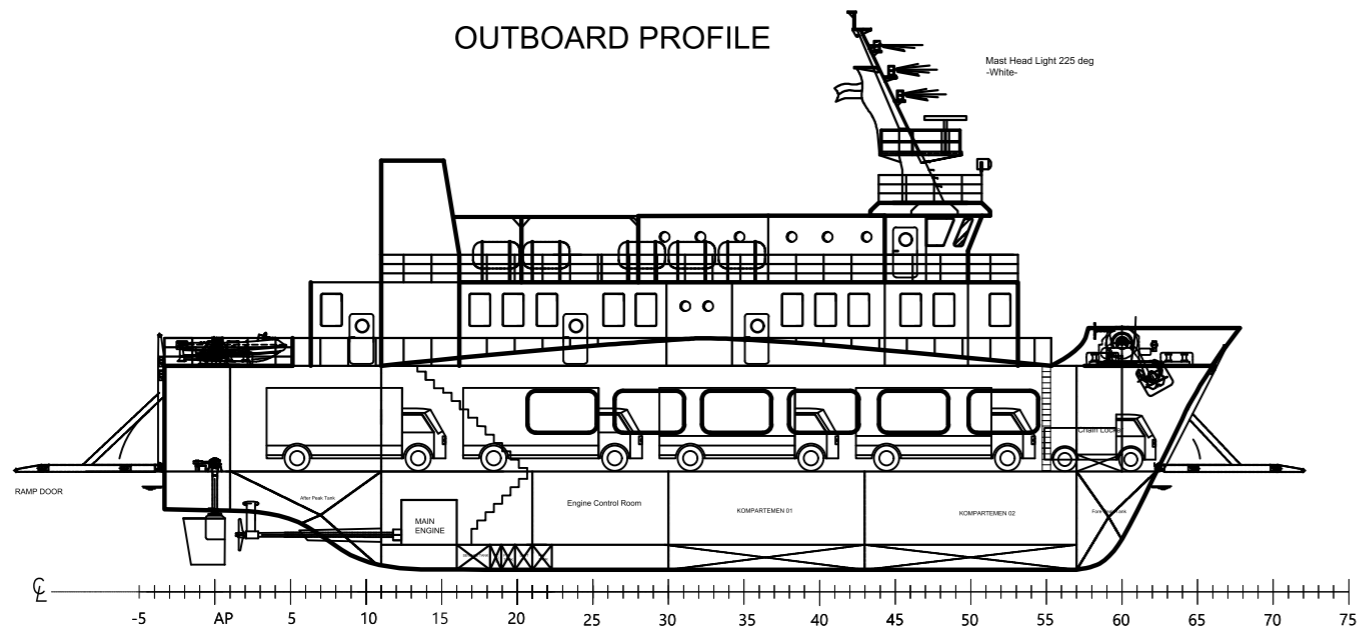
DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KMP. BLANKA

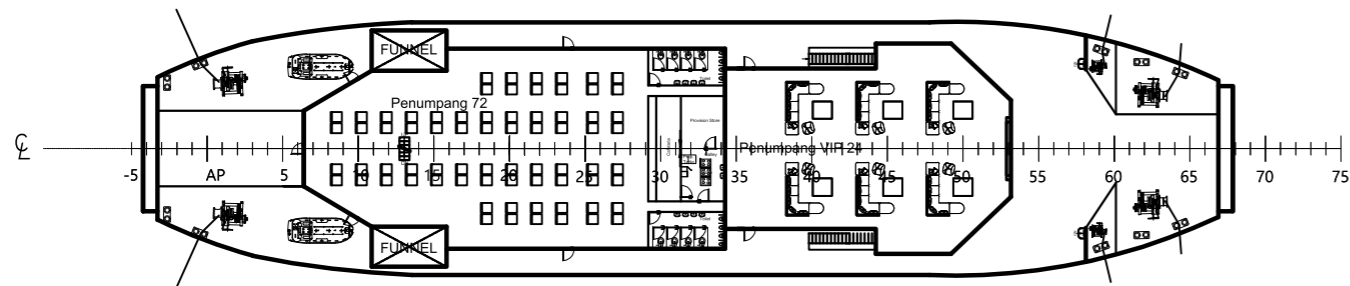
RENCANA GARIS

SKALA	1 : 200	Tanda Tangan	Tanggal	1/1
DIGAMBAR OLEH	Aulia Dina Savitri			0441154000031
DISETUJUI OLEH	Ir. Tri Achmadi, Ph.D			A3
	Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.			

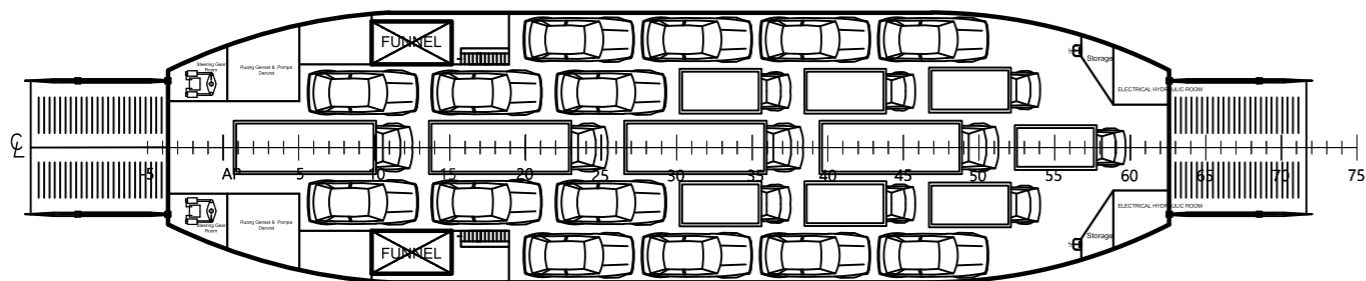
OUTBOARD PROFILE



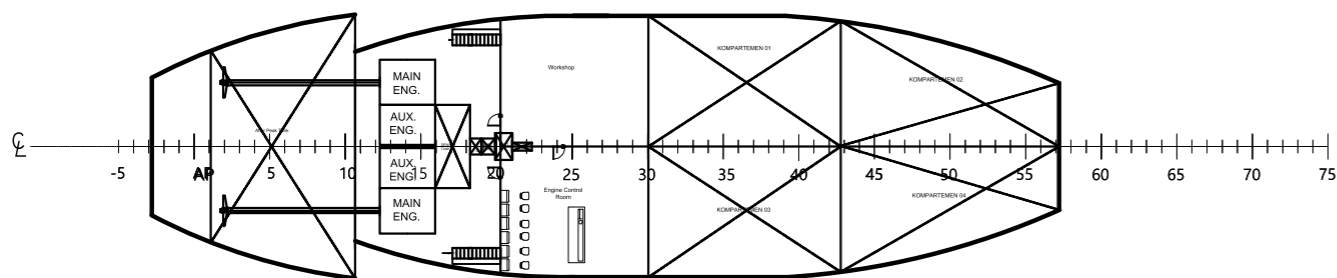
ACCOMODATION DECK 1



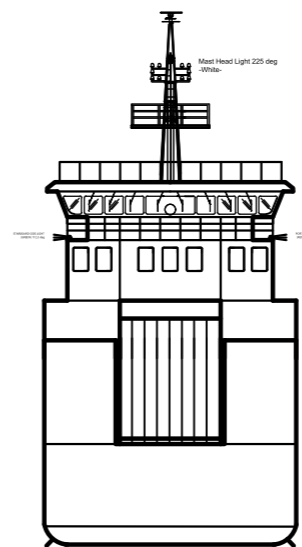
CAR DECK



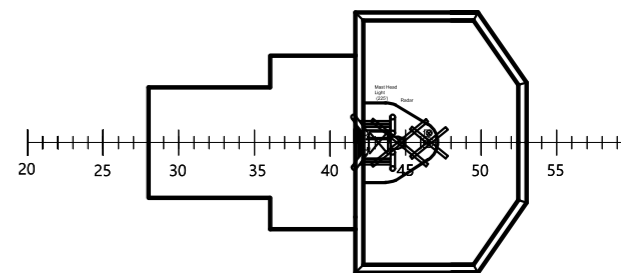
DOUBLE BOTTOM



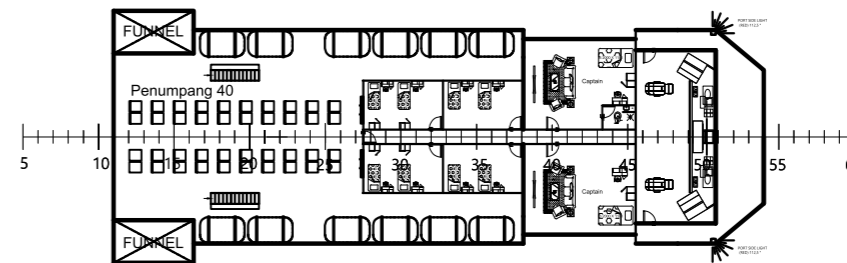
FRONT OF VIEW



TOP DECK




NAVIGATION DECK + ACCOMODATION DECK 2



UKURAN UTAMA

PANJANG SELURUHNYA (Loa)	= 42.92 M
PANJANG A.G.T (LPP)	= 34.76 M
LEBAR (B)	= 10.00 M
TINGGI (H)	= 3.90 M
SARAT (T)	= 2.90 M
KECEPATAN DINAS (V ₁₀)	= 10 KNOT
ABK	= 10
PENUMPANG	= 128
KENDARAAN	= 14 MOBIL 8 PICKUP 4 TRUK

 DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER			
KMP. BLANKA RENCANA UMUM			
SKALA	1 : 300	Tanda Tangan	Tanggal
1/1			
DIGAMBAR OLEH	Aulia Dina Savitri		04411540000031
BISBUKTI OLEH	Ir. Tri Achmadi, Ph.D		A3
	Eka Wahyu Adhi, S.T., M.T.		